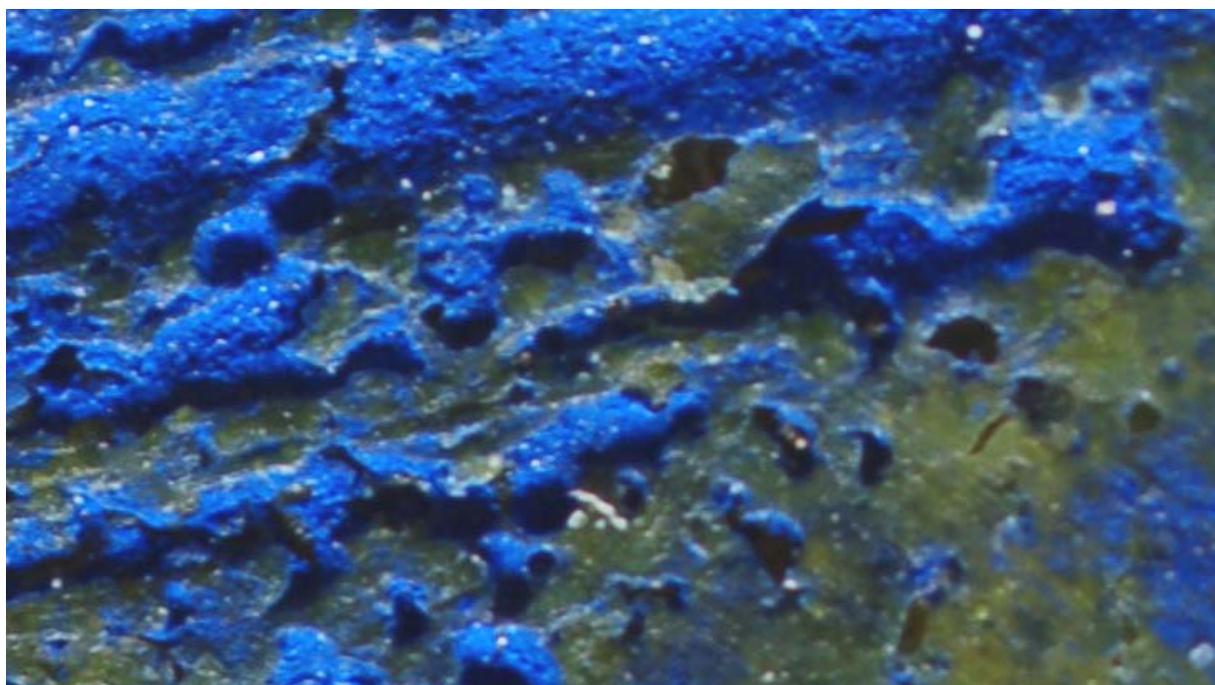


Trabajo final de Máster:

Análisis mediante abrasímetro lineal de la resistencia de pinturas murales al seco arrancadas y consolidadas por el reverso con resinas epoxi.



Autora: Lucía Bosch Roig

Directora: Dra. M<sup>a</sup> Pilar Soriano Sancho

Máster Oficial: Conservación y Restauración de Bienes Culturales

2008



## ÍNDICE

---

<b>Resumen</b> -----	<b>3</b>
<b>Introducción</b> -----	<b>4</b>
<b>Objetivos de la investigación</b> -----	<b>5</b>
<b>Precedentes a la investigación</b> -----	<b>6</b>
<b>Metodología</b> -----	<b>20</b>
<b>Resultados</b> -----	<b>23</b>
Mediante el abrasímetro lineal TABER® Linear Abraser-----	<b>23</b>
Mediante el espectrofotómetro Minolta CM-2600d-----	<b>27</b>
<b>Conclusiones</b> -----	<b>32</b>
<b>Aplicación práctica sobre una obra real</b> -----	<b>33</b>
<b>Bibliografía</b> -----	<b>45</b>
<b>Agradecimientos</b> -----	<b>49</b>
<b>Anexos</b> -----	<b>50</b>
Fotográfico-----	<b>51</b>
Fichas técnicas de las resinas utilizadas-----	<b>72</b>

## **RESUMEN**

---

El objetivo principal de esta investigación consiste en el análisis mediante abrasímetro lineal de pinturas murales a seco arrancadas y consolidadas por el reverso con resinas epoxídicas, con el fin de determinar la resistencia de estas pinturas al ser consolidadas con resinas en sustitución del método tradicional de consolidación del reverso con caseinato cálcico.

A su vez, poder extraer conclusiones sobre qué tipo de composito de resina epoxídica más carga, de las utilizadas en la consolidación, puede aglutinar con mayor fuerza el pigmento que constituye la obra en cada tipo de técnica al seco.

Una vez realizadas todas las pruebas de laboratorio pertinentes, en base a las conclusiones extraídas, se aplica el composito de resina epoxídica más carga, que resulte más adecuado, para consolidar el reverso de una pintura mural al seco arrancada del Palacio de la Duquesa de Almodóvar, de Ontinyent.

## INTRODUCCIÓN

---

Hay ocasiones en que la única manera de salvaguardar una pintura mural es recurrir a las técnicas de arranque.

Cuando la obra se arranca mediante *strappo*, técnica en la que se arranca únicamente la película pictórica, esta película pictórica queda adherida con cola natural a las telas que han servido para arrancarla. Para trasladar la obra a un nuevo soporte, se debe consolidar el reverso con un material con un poder adhesivo más fuerte que la cola animal utilizada para el arranque.

Cuando se arranca una pintura al fresco, el material usado tradicionalmente, ha sido el caseinato cálcico, que aplicado por el reverso, una vez seco, es insoluble en agua. Por tanto, durante el proceso de desprotección – eliminación de las telas que sirvieron para arrancar la pintura, aplicando agua caliente-, este caseinato cálcico será el que aglutine por el reverso la película pictórica.

Pero el caseinato cálcico no en todas las pinturas murales arrancadas consigue aglutinar los pigmentos, sobre todo en técnicas al seco o temple; de ahí la necesidad de introducir otro tipo de materiales.

Sobre este tema investigó Juan Carlos Barbero<sup>1</sup>, quien explica cómo han llevado a cabo, en la Escuela de Restauración de Madrid, arranques por medio de *strappo* de probetas de pinturas tanto al temple como a carbón sobre mortero de cal y arena. Para consolidar los colores por el reverso, en vez de utilizar el tradicional caseinato cálcico, han empleado una mezcla de resina epoxídica y cargas. Esta mezcla consigue atrapar por el reverso las partículas de pigmento para que no se desprendan durante el proceso de eliminación, con agua hirviendo, de las telas que han servido para arrancar la película pictórica.

Estas investigaciones, nos sirvieron de referencia para la realización de pruebas con distintos tipos de resinas epoxídicas y distintas cargas, sobre unos arranques realizados años atrás para determinar qué tipo de resina con carga era la más óptima para la consolidación del reverso de pinturas al seco arrancadas, y que diera mejores resultados que la consolidación con caseinato cálcico.

Realizadas estas pruebas, nuestra investigación comienza con la realización de pruebas de resistencia de la pintura y, mediciones colorimétricas para comparar los resultados que veíamos a simple vista y con las muestras estratigráficas, con las pruebas efectuadas con un abrasímetro lineal y un espectrofotómetro.

Con los resultados obtenidos de todas las pruebas realizadas, definiremos cuál ha sido la mejor resina para consolidar las pinturas arrancadas y la usaremos en una pintura al temple arrancada del techo de una de las habitaciones principales del Palacio de la Duquesa de Almodóvar en Ontinyent. De este modo trasladaremos todos los conocimientos obtenidos sobre una obra real y observaremos cómo se comporta.

---

<sup>1</sup> BARBERO, 2005.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

---

Los principales objetivos del presente estudio son:

- Averiguar qué tipo de composito de resina epoxídica más carga, aplicado en el reverso de pinturas murales arrancadas - pintadas con diferentes técnicas-, resiste mejor la abrasión.
- Diferenciar el mejor método de consolidación con resinas epoxídicas, del reverso de pinturas murales arrancadas con *strappo*, mediante la utilización del abrasímetro lineal.
- Comparar los resultados colorimétricos antes y después de la abrasión para comprobar el nivel de consolidación que ofrece cada composito sobre cada una de las diferentes técnicas pictóricas ensayadas.
- Aplicar a una obra real la investigación llevada a cabo sobre probetas. Dicha obra es una pintura mural al seco arrancada del techo de una habitación del Palacio de la Duquesa de Almodóvar- Palau de la Vila-, en Ontinyent.

## PRECEDENTES

---

Esta investigación se ha llevado a cabo sobre probetas de pinturas murales arrancadas en las que previamente se habían realizado unos estudios con resinas epoxídicas.

La metodología seguida en las probetas de pinturas murales arrancadas utilizadas para la investigación, se llevó a cabo a partir de una serie de pruebas que se hicieron previamente sobre un fragmento de una pintura mural arrancada de la iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles, en Castielfabib<sup>2</sup>. Estas pruebas consistían en combinar distintas resinas epoxídicas, con diversas cargas, para conseguir determinar cuáles eran capaces de aglutinar por el reverso los pigmentos (Fig.1).



Fig. 1. Anverso y reverso de un fragmento de la pintura mural arrancada en la iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles, en Castielfabib con las pruebas de resina + carga.

Estos estudios con resinas epoxídicas se realizaron a partir de la necesidad de arrancar por medio de strappo, una serie de pinturas murales pintadas al temple de cola, por lo que se tuvo que hacer diversas pruebas con distintos materiales para consolidar el reverso de las pinturas con un adhesivo que resultara insoluble en agua, pues la desprotección de las telas de arranque debía realizarse necesariamente con agua caliente.

---

<sup>2</sup> SORIANO, 2006

Estas pinturas eran temples de cola, por lo tanto solubles al agua. La mejor técnica para arrancarlas, hubiera sido el *stacco* (técnica de arranque que consiste en arrancar la película pictórica con su *intonaco* o *intonaco* y *arriccio*), utilizando como adhesivo una resina sintética, tipo Paraloid B-72 o Elvacite, que nos hubiera evitado problemas durante el proceso de desprotección, pues, utilizando estos adhesivos, la desprotección se efectúa mediante disolventes orgánicos, evitándose así la utilización del agua. Pero las características de los morteros sobre los que se asentaban dichas pinturas, imposibilitaba los arranques por medio de esta técnica.

El hecho de arrancarlas por medio de *strappo* (técnica de arranque que consiste en arrancar la película pictórica únicamente), planteaba el problema de la solubilidad de la pintura en agua. Consolidando el reverso con caseinato cálcico, la pintura se perdía durante el proceso de desprotección, lo que llevó a investigar la aplicación de resinas epoxídicas para la consolidación del reverso de pinturas murales arrancadas.

Se utilizó cinco tipos de resina epoxídica:

- EPO 150;
- EPO 155;
- EC 131LV;
- EPO 121;
- EPOMIX LX-50

Combinándolas con siete cargas distintas:

- Carbonato cálcico;
- Cuarzita;
- Polvo de mármol blanco fino;
- Piedra pómez; Polvo de ladrillo;
- Cuarzita superventilada;
- Sulfato cálcico.

De cada resina se obtuvo 21 mezclas diversas, puesto que cada carga había sido aplicada en tres proporciones distintas, de menor a mayor densidad. Excepto la resina EPOMIX LX-50 de la que se realizaron 42 mezclas, aumentando en las 21 mezclas finales las cargas.

Esto dio lugar a 126 pequeñas pruebas sobre obra real<sup>3</sup>, que sirvieron para establecer cuáles ofrecían mejores resultados, siguiendo criterios de fácil aplicación, mayor margen de tiempo de trabajo, espesor, coloración.

1-EPO 150	2-EPO 155	3- EC 131LV
-----------	-----------	-------------

<sup>3</sup> Hay que mencionar que las pruebas se hicieron sobre un fragmento de una pintura mural arrancada de la Iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles, de Castielfabib. Este templo está siendo intervenido para dejar a la vista todos los elementos góticos, por lo que las pinturas que no se arrancaron, iban a ser demolidas. Con el permiso de la dirección técnica de la intervención arquitectónica, se arrancaron diversos fragmentos con el fin de poder llevar a cabo investigaciones de esta índole. (Ver SORIANO, 2006)

A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

4-EPO121							5-EPOMIX LX-50														
A4.	B4.	C4.	D4.	E4.	F4.	G4.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
A4.	B4.	C4.	D4.	E4.	F4.	G4.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
A4.	B4.	C4.	D4.	E4.	F4.	G4.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	A5.	B5.	C5.	D5.	E5.	F5.	G5.	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

A: carbonato cálcico

B: cuarcita

C: polvo de mármol blanco fino

D: piedra pómez

E: polvo de ladrillo

F: cuarcita superventilada

G: sulfato cálcico

### EPO 150

A1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de carbonato cálcico.

A1.2: 16gr de resina + carga, de la anterior/ 8gr de carbonato cálcico.

A1.3: 12,5gr de resina/ 18gr de carbonato cálcico

B1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de cuarcita.

B1.2: 13gr de resina +carga, de la anterior/ 9gr de cuarcita

B1.3: 14gr de resina + carga, de la anterior/ 6gr de cuarcita.

C1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de polvo de mármol blanco fino

C1.2: 15gr de resina + carga, de la anterior/ 5gr de polvo de mármol blanco fino

C1.3: 9gr de resina + carga, de la anterior/ 6gr de polvo de mármol blanco fino

D1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de piedra pómez

D1.2: 14gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de piedra pómez.

D1.3: 15gr de resina + carga, de la anterior/ 3,75gr de piedra pómez.

E1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de polvo de ladrillo.

E1.2: 10gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de polvo de ladrillo.

E1.3: 11gr de resina + carga, de la anterior/ 2,75gr de polvo de ladrillo.

F1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de cuarcita superventilada.

F1.2: 14gr de resina + carga, de la anterior/ 4,92gr de cuarcita superventilada.

F1.3: 15gr de resina + carga, de la anterior/ 3,55gr de cuarcita superventilada.

G1.1: 12,5gr de resina/ 6gr. de sulfato cálcico.

G1.2: 14gr de resina + carga, de la anterior/ 4,12gr de sulfato cálcico.

G1.3: 13gr de resina + carga, de la anterior/ 3,25gr de sulfato cálcico.

### EPO 155

A2.1: 14gr de resina/ 6gr. de carbonato cálcico.

A2.2: 17gr de resina + carga, de la anterior/ 7gr de carbonato cálcico.

A2.3: 19gr de resina +carga, de la anterior / 4,75gr de carbonato cálcico

B2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de cuarcita.

B2.2: 12gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de cuarcita

B2.3: 10gr de resina + carga, de la anterior/ 2,5gr de cuarcita.

C2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de polvo de mármol blanco fino

C2.2: 14gr de resina + carga, de la anterior/ 4,8gr de polvo de mármol blanco fino

C2.3: 12gr de resina + carga, de la anterior/ 3gr de polvo de mármol blanco fino

D2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de piedra pómez

D2.2: 13gr de resina + carga, de la anterior/ 4,4gr de piedra pómez.

D2.3: 11gr de resina + carga, de la anterior/ 2,75gr de piedra pómez.

E2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de polvo de ladrillo.

E2.2: 12gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de polvo de ladrillo.

E2.3: 10gr de resina + carga, de la anterior/ 2,5gr de polvo de ladrillo.

F2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de cuarcita superventilada.

F2.2: 16gr de resina + carga, de la anterior/ 5,4gr de cuarcita superventilada.

F2.3: 18gr de resina + carga, de la anterior/ 4,5gr de cuarcita superventilada.

G2.1: 12gr. de resina/ 6gr. de sulfato cálcico.

G2.2: 17gr de resina + carga, de la anterior/ 5,8gr de sulfato cálcico.

G2.3: 18gr de resina + carga, de la anterior/ 4,5gr de sulfato cálcico.

### EC 131LV

A3.1: 51gr de resina/ 25gr. de carbonato cálcico.

A3.2: 72gr de resina + carga, de la anterior/ 26gr de carbonato cálcico.

- A3.3: 91gr de resina + carga, de la anterior / 22gr de carbonato cálcico
- B3.1: 51gr. de resina/ 25gr. de cuarcita.
- B3.2: 70gr de resina + carga, de la anterior/ 24gr de cuarcita
- B3.3: 86gr de resina + carga, de la anterior/ 21gr de cuarcita.
- C3.1: 51gr de resina/ 25gr. de polvo de mármol blanco fino
- C3.2: 70gr de resina + carga, de la anterior/ 24gr de polvo de mármol blanco fino
- C3.3: 86gr de resina + carga, de la anterior/ 21gr de polvo de mármol blanco fino
- D3.1: 51gr de resina/ 25gr. de piedra pómez
- D3.2: 71gr de resina + carga, de la anterior/ 25gr de piedra pómez.
- D3.3: 51gr de resina / 58gr de piedra pómez.
- E3.1: 51gr de resina/ 25gr. de polvo de ladrillo.
- E3.2: 71gr de resina + carga, de la anterior/ 25gr de polvo de ladrillo.
- E3.3: 88gr de resina + carga, de la anterior/ 20gr de polvo de ladrillo.
- F3.1: 51gr de resina/ 25gr. de cuarcita superventilada.
- F3.2: 71gr de resina + carga, de la anterior/ 25gr de cuarcita superventilada.
- F3.3: 90gr de resina + carga, de la anterior/ 22gr de cuarcita superventilada.
- G3.1: 51gr de resina/ 25gr. de sulfato cálcico.
- G3.2: 71gr de resina + carga, de la anterior/ 25gr de sulfato cálcico.
- G3.3: 83gr de resina + carga, de la anterior/ 20gr de sulfato cálcico.

#### EPO 121

- A4.1: 10gr de resina/ 1gr. de carbonato cálcico.
- A4.2: 20gr de resina / 4gr de carbonato cálcico.
- A4.3: 20gr de resina / 5gr de carbonato cálcico
- B4.1: 50gr de resina/ sin carga
- B4.2: 44gr de resina + carga, de la anterior/ 4,4gr de cuarcita
- B4.3: 39gr de resina + carga, de la anterior/ 3,25gr de cuarcita.
- C4.1: 50gr de resina/ sin carga
- C4.2: 41gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de polvo de mármol blanco fino
- C4.3: 32gr de resina + carga, de la anterior/ 2,8gr de polvo de mármol blanco fino
- D4.1: 50gr de resina/ sin carga
- D4.2: 43gr de resina + carga, de la anterior/ 4,3gr de piedra pómez.
- D4.3: 35gr de resina + carga, de la anterior/ 3,25gr de piedra pómez.
- E4.1: 50gr de resina/ sin carga
- E4.2: 41gr de resina + carga, de la anterior/ 4,1gr de polvo de ladrillo.
- E4.3: 34gr de resina + carga, de la anterior/ 3gr de polvo de ladrillo.

F4.1: 50gr de resina/ sin carga.

F4.2: 40gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de cuarcita superventilada.

F4.3: 35gr de resina + carga, de la anterior/ 3gr de cuarcita superventilada.

G4.1: 50gr de resina/ sin carga.

G4.2: 40gr de resina + carga, de la anterior/ 4gr de sulfato cálcico.

G4.3: 33gr de resina + carga, de la anterior/ 3gr de sulfato cálcico.

#### EPOMIX LX-50

A5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de carbonato cálcico.

A5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de carbonato cálcico

A5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de carbonato cálcico.

B5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de cuarcita.

B5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de cuarcita

B5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de cuarcita

C5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de mármol blanco fino

C5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de polvo de mármol blanco  
fino

C5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de polvo de mármol blanco  
fino

D5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de piedra pómez

D5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de piedra pómez.

D5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de piedra pómez.

E5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de polvo de ladrillo.

E5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de polvo de ladrillo.

E5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de polvo de ladrillo.

F5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de cuarcita superventilada.

F5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de cuarcita superventilada.

F5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de cuarcita superventilada.

G5.1: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1 parte de sulfato cálcico.

G5.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 1,5 parte de sulfato cálcico.

G5.3: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 2 parte de sulfato cálcico.

A5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de carbonato cálcico.

A5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de carbonato cálcico.

A5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de carbonato cálcico

B5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de cuarcita.

B5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de cuarcita

B5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de cuarcita.

C5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de polvo de mármol blanco fino

C5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de mármol blanco fino

C5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de polvo de mármol blanco fino

D5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de piedra pómez

D5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de piedra pómez.

D5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de piedra pómez.

E5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de polvo de ladrillo.

E5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de polvo de ladrillo.

E5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de polvo de ladrillo.

F5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de cuarcita superventilada.

F5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de cuarcita superventilada.

F5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de cuarcita superventilada.

G5.1.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 3 partes de sulfato cálcico.

G5.2.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 4 partes de sulfato cálcico.

G5.3.2: 2 partes de base + 1 parte de endurecedor/ 5 partes de sulfato cálcico.

Durante el proceso de desprotección con agua caliente de las telas utilizadas para llevar a cabo el arranque, se observó cuáles daban mejores resultados en cuanto al poder de adhesión de los pigmentos, por parte de cada mezcla de resina con carga.

Estas pruebas sirvieron para ver qué mezcla era la que mejor funcionaba y aplicarlas en pinturas arrancadas de unas probetas realizadas seis años atrás con diversos morteros y distintas técnicas pictóricas (Tabla.1).

Nº: 4 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: temple cola	Nº: 5 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: temple caseína	Nº:6 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: temple huevo
Nº:7 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: óleo	Nº:8 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: encáustica	Nº: 9 <i>Arriccio</i> : cal <i>Intonaco</i> : cal Técnica: acrílico
Nº: 17 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : yeso	Nº: 20 (b) <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : yeso	Nº: 24 <i>Arriccio</i> : bastardo <i>Intonaco</i> : bastardo

Técnica: óleo	Técnica: vinílico	Técnica: temple cola
Nº: 25 <i>Arriccio</i> : bastardo <i>Intonaco</i> : bastardo Técnica: temple caseína	Nº: 27 <i>Arriccio</i> : bastardo <i>Intonaco</i> : bastardo Técnica: óleo	Nº: 29 <i>Arriccio</i> : bastardo <i>Intonaco</i> : bastardo Técnica: acrílico
Nº: 30 <i>Arriccio</i> : bastardo <i>Intonaco</i> : bastardo Técnica: vinílico	Nº: 34 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : cal Técnica: temple cola	Nº: 36 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : cal Técnica: temple huevo
Nº: 37 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : cal Técnica: óleo	Nº: 39 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : cal Técnica: acrílico	Nº: 40 <i>Arriccio</i> : yeso <i>Intonaco</i> : cal Técnica: vinílico
Nº: 49 <i>Arriccio</i> : cemento puro <i>Intonaco</i> : cemento puro Técnica: óleo	Nº: 59 <i>Arriccio</i> : cemento apagado <i>Intonaco</i> : cemento puro Técnica: acrílico	Nº: 60 <i>Arriccio</i> : cemento puro <i>Intonaco</i> : cemento puro Técnica: vinílico

Tabla. 1. Técnicas pictóricas y morteros de las probetas realizadas 6 años atrás.

Se descartaron ciertas resinas y cargas porque no daban buenos resultados.

Estas fueron:

- **EPO 155**. Se ha descartado por el aspecto aceitoso, arrugado y blando que confiere a la pintura.
- **EC 131LV**. Se ha descartado porque endurece muy rápidamente, y no hay tiempo suficiente para trabajar.

Y las cargas descartadas:

1. **Polvo de mármol**: por su granulometría.
2. **Piedra pómez**: porque endurece mucho la mezcla.
3. **Polvo de ladrillo**: por su granulometría y su coloración rojiza que puede interferir en los colores reales del propio mural, dada la transparencia de éste.
4. **Sulfato cálcico**: por la transparencia de la mezcla que confiere a la pintura un aspecto demasiado plástico.

Habiendo descartado los materiales nombrados anteriormente, se aplicó en cada una de las probetas de pinturas arrancadas cuatro tipos de mezcla de resina con una carga distinta, con las mismas proporciones en todas las probetas:

1. EPO121 sin carga al 20% en peso
2. EPOMIX LX-50 (4 volúmenes) + endurecedor (2 Vol.) + cuarcita (3vol.)

3. EPO150 (22,5gr) + endurecedor (7,5gr) + carbonato cálcico (14,4gr)

4. EPO150 (36gr) + endurecedor (12gr) + cuarcita superventilada (48gr)

Una vez polimerizadas las resinas, se practicó la desprotección, con agua caliente y esponja, observando detenidamente el resultado de cada parte para extraer las conclusiones pertinentes (Fig.2).

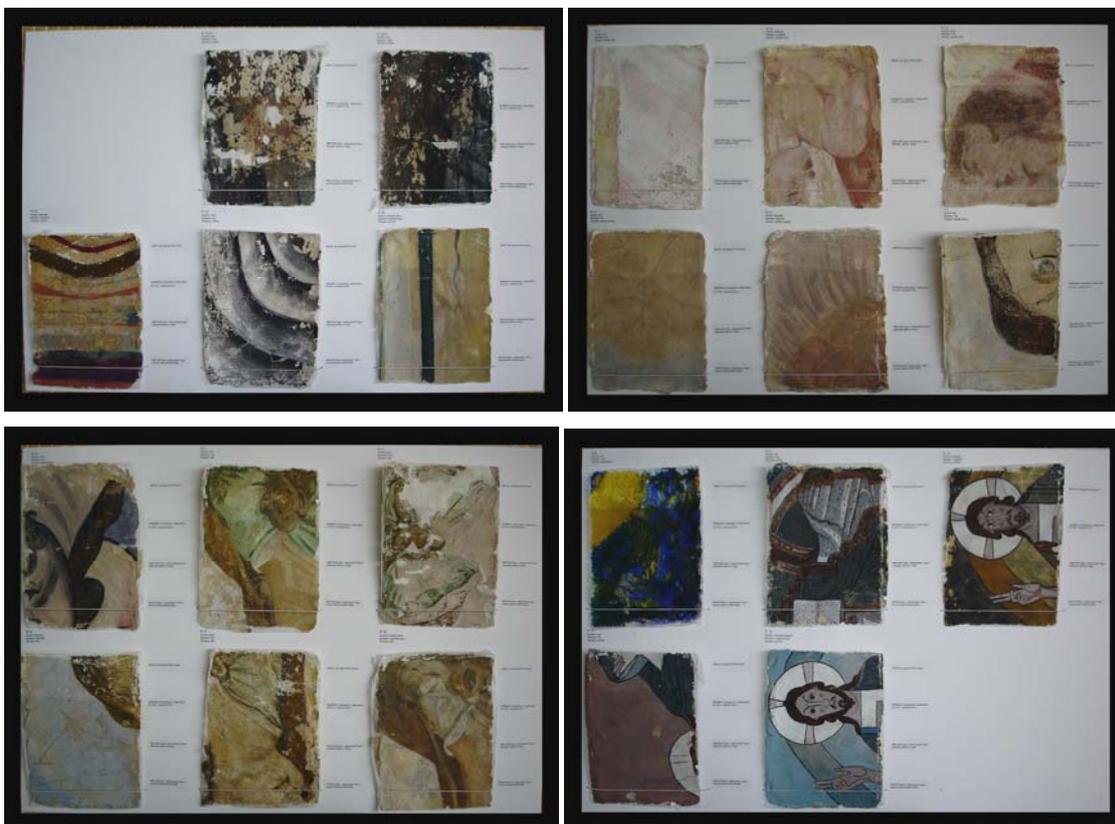


Fig. 2. Fig. Anverso de las probetas de pinturas arrancadas una vez consolidadas y desprotegidas.

De la observación práctica, se pudo concluir cuál era la mejor mezcla de resina + carga para cada técnica pictórica:

Óleo	Resina EPOMIX LX-50
Acrílico	Resina EPO 150+ carbonato cálcico; EPO 150+ cuarcita superventilada
Vinílico	Todas las mezclas de resinas
Encáustica	Resina EPO 150+ cuarcita superventilada
Temple de cola	Resina EPO150+ carbonato cálcico
Temple de	Resinas EPO 121;

caseína	EPOMIX LX-50; EPO 150 + carbonato cálcico
Temple de huevo	Todas las mezclas de resinas

Comparando el arranque con su pintura original, se observó que no se habían producido prácticamente variaciones de color. Todas las resinas producían colores un poco más apagados menos la EPO 121 que por su aspecto blanquecino daba una base de color al arranque y no esa transparencia que producían las demás resinas. Aun así el cambio fue mínimo y se hacía más notable en los arranques que tenían menos capa de película pictórica (Fig.3).



Fig. 3. Comparación de los fragmentos arrancados con su pintura original

Desprotegidas las 21 probetas, se extrajo algunas muestras de las más representativas y se analizaron mediante microscopía óptica y microscopía electrónica, con el fin de obtener conclusiones científicas que avalasen las conclusiones extraídas de la observación y experimentación práctica.

Las muestras analizadas fueron:

- Muestra 4-2 (probeta nº 4) de la resina EPOMIX + cuarcita
- Muestra 20-2 (probeta nº 20) de la resina EPOMIX + cuarcita
- Muestra 24-3 (probeta nº 24) de la resina EPO150 + carbonato cálcico
- Muestra 39-3 (probeta nº 39) de la resina EPO150 + carbonato cálcico
- Muestra 49-4 (probeta nº 49) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada
- Muestra 59-4 (probeta nº 59) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada

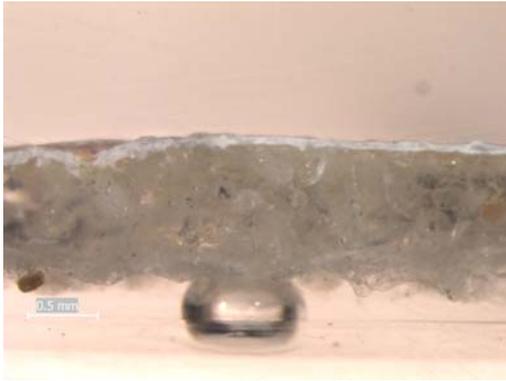


Fig. 4. Muestra 4-2 (probeta N° 4) de la resina EPOMIX + cuarcita. x20



Fig. 5. Muestra 4-2 (probeta N° 4) de la resina EPOMIX + cuarcita. x32

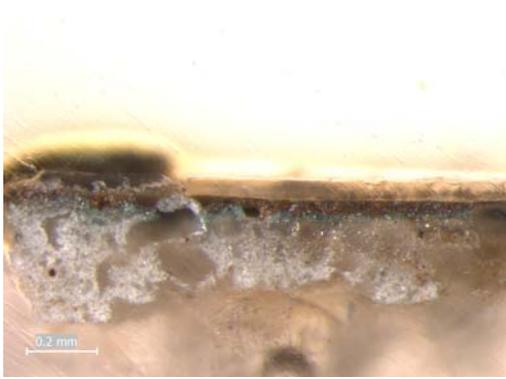


Fig. 6. Muestra 20-2 (probeta N° 20) de la resina EPOMIX + cuarcita. x50

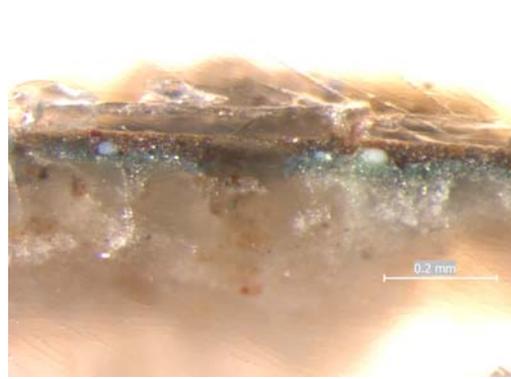


Fig. 7. Muestra 20-2 (probeta N° 20) de la resina EPOMIX + cuarcita. x80



Fig. 8. Muestra 24-3 (probeta N° 24) de la resina EPO150 + carbonato cálcico. x25



Fig. 9. Muestra 24-3 (probeta N° 24) de la resina EPO150 + carbonato cálcico. x40

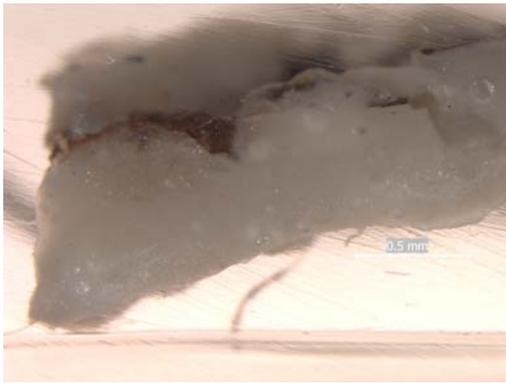


Fig. 10. Muestra 39-3 (probeta N° 39) de la resina EPO 150 más carbonato cálcico. x32

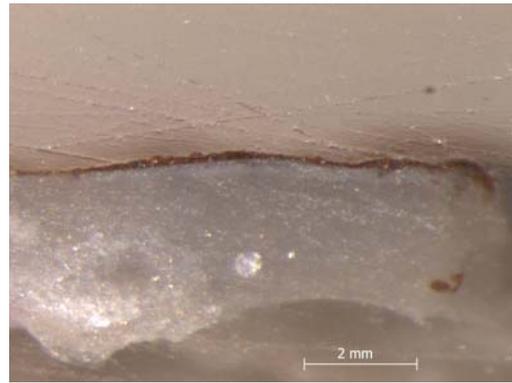


Fig. 11. Muestra 39-3 (probeta N° 39) de la resina EPO 150 más carbonato cálcico. x80



Fig. 12. Muestra 49-4 (probeta N° 49) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada. x32



Fig. 13. Muestra 49-4 (probeta N° 49) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada. x63

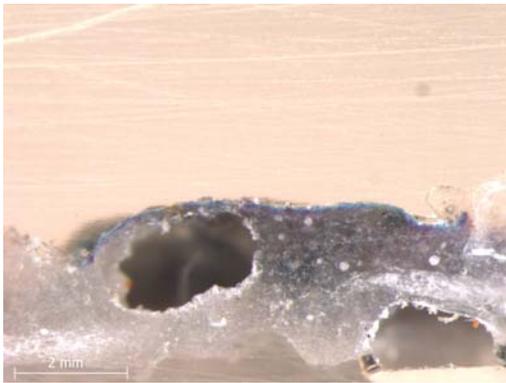


Fig. 14. Muestra 59-4 (probeta N° 59) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada x32

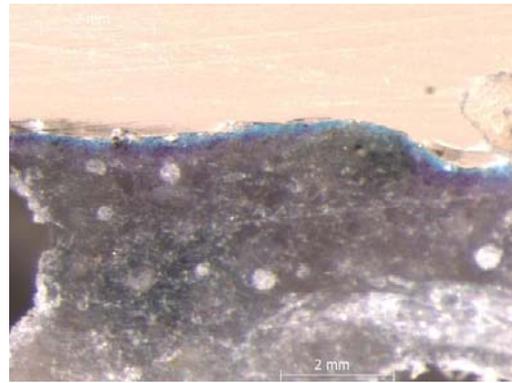


Fig. 15. Muestra 59-4 (probeta N° 59) de la resina EPO150+ cuarcita superventilada x80

Los Resultados obtenidos fueron:

**A través de la microscopía óptica (lupa):**

- Muestra 4-2: se observa una capa de pigmento blanco, sobre ésta, una finísima capa de color rosado. Unidas a estas dos capas se observa una más gruesa con poca opacidad, en la que se pueden diferenciar unos granos de gran tamaño,

pudiendo identificarse como granulometría de la cuarcita que hemos mezclado con la resina epoxi.

Podemos observar cómo la película pictórica y la resina están bien adheridas, formando una buena compactación, pero no podemos diferenciar la penetrabilidad de ésta.

Por la densidad de la resina y por la granulometría de la cuarcita, podríamos decir que esta mezcla tiene una función adhesiva, más que una función de penetrabilidad.

- Muestra 20-2: observamos una capa de pintura marrón y otra de color azul verdoso, unido a estas dos capas se puede observar la capa de preparación, en este caso de yeso. Parece que tras el lijado no hemos conseguido profundizar lo suficiente para poder ver la resina, por lo que al observarlo por el microscopio no vemos, en superficie, la forma de la resina junto con la carga, ya que hemos utilizado la misma que en la muestra anterior, deberíamos observar algo similar, sin embargo observamos, simplemente las distintas capas de la muestra.

- Muestra 24-3: observamos la capa de película pictórica roja unida a una capa más gruesa de preparación y ésta unida a la resina epoxi con carbonato cálcico. El carbonato cálcico, no tiene casi granulometría por lo que es más complicado de observar pero a su vez tiene más posibilidad de penetrar. Mediante la lupa observamos como está totalmente adherido, sin huecos, pero no podemos deducir si ha penetrado hacia la película pictórica.

- Muestra 39-3: se observa una fina capa de pintura marrón y adherida a ésta la capa de resina con carbonato cálcico. Se observa una línea muy clara de separación entre las dos capas, nos indica que está muy bien adherido pero que no ha penetrado.

- Muestra 49-4: en esta muestra sí que se puede concluir que la resina ha podido penetrar ligeramente en la pintura. Se observa la pintura unida a la preparación y la resina intercalada con estas. No se reconoce una línea clara de separación entre capas sino que se pierden ligeramente. Al tratarse de una resina con una carga menos densa (cuarcita superventilada), observamos que la penetración resultaría de menos dificultad que con la cuarcita.

- Muestra 59-4: se observan dos líneas delgadas de pintura, la primera de color azul y la segunda de color morado, unidas a estas, observamos la resina con su carga, muy adherida, casi sin marcar una línea clara, perdiéndose ligeramente.

#### **A través de microscopía electrónica de barrido:**

Una vez observadas las muestras mediante la lupa, se procedió a un análisis con más precisión, puesto que, mediante lo que muestra una imagen, no se podían sacar conclusiones certeras, ya que la resina no se puede identificar a través de microscopía electrónica de barrido, lo que se debía identificar para saber la penetración de dicha resina en el reverso de cada pintura, es la carga.

Dado que las cargas utilizadas comúnmente en las intervenciones de pintura mural son similares a los componentes de los morteros utilizados para la elaboración de las pinturas murales en general, el trabajo de identificación de los granos de carga para conocer su grado de penetración, se hacía más complicado. Así, en muchas muestras no se podía extraer ninguna conclusión válida.

- Muestra 4-2: el análisis nos muestra que el pigmento que hemos utilizado se trata de un blanco de zinc o de titanio. Se observa la sílice de la cuarcita y el calcio de la cal.

- Muestra 20-2: en la parte del pigmento aparece hierro, por lo que se puede deducir que se trata de un rojo de hierro. Vemos sílice, perteneciente a la cuarcita y sulfato cálcico, perteneciente al yeso.

- Muestra 24-3: ya que tanto la preparación como la carga mezclada con la resina contienen calcio (Ca), para observar hasta dónde ha penetrado, hemos diferenciado por una parte la dolomita ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), contenida en el carbonato cálcico, y por otra el calcio y la sílice de la preparación de cal y yeso. Al observarse de este modo, hemos sacado la conclusión de que parte de la mezcla de resina y carbonato cálcico habían penetrado hacia la película pictórica.

- Muestra 39-3: mediante los análisis se puede observar que posiblemente haya penetrado la resina, ya que los resultados nos muestran como, la dolomita, también presente en el carbonato cálcico se observa cercana a la pintura, incluso dentro de ella.

- Muestra 49-4: según los análisis parece que los pigmentos utilizados en esta probeta son el litopón ( $\text{ZnS}+\text{BaSO}_4$ ) y la sombra tostada o natural. Esta muestra tiene mayor dificultad a la hora de ser analizada ya que vemos que la carga que hemos utilizado con la resina contiene sílice al igual que el mortero que se utilizó para realizar la pintura ya que se trata de un cemento puro, el cual contiene hierro, sílice, calcio, aluminio., por lo que no podemos sacar conclusiones con esta muestra.

Dado que los datos obtenidos de los análisis efectuados sobre estas pinturas, no eran suficientes como para extraer conclusiones válidas, se hacía necesario seguir con las investigaciones por otra línea.

Esta nueva línea de investigación y su aplicación práctica sobre una obra real, es la que presentamos en este trabajo.

## **METODOLOGÍA**

---

Tras las pruebas realizadas con anterioridad sobre las pinturas murales al seco arrancadas y consolidadas por el reverso mediante resinas epoxídicas vamos a continuar realizando pruebas colorimétricas y pruebas mediante un abrasímetro lineal<sup>4</sup>, que permite analizar la resistencia al desgaste y la resistencia al rasguño de diferentes superficies. Con estas pruebas intentaremos determinar con más exactitud qué resina sería la ideal para cada técnica pictórica.

Hemos llevado a cabo análisis colorimétricos, previos a la realización de los análisis mediante abrasímetro, para determinar un parámetro que luego nos sirva para compararlo con las pruebas finales colorimétricas.

Se ha utilizado para ello el espectrofotómetro Minolta CM-2600d (1).

Se han realizado sobre un acetato del tamaño de las probetas cuatro orificios circulares, uno para cada tipo de resina, de 1,5 cm de diámetro para la utilización del área grande en el colorímetro, procurando que el color que vamos a medir sea lo más homogéneo posible, con la superficie lo más lisa que se pueda. Los círculos los hemos recortado para dejar pasar la luz a través del colorímetro y poder medir los diferentes colores (Fig. 16).



Fig. 16. Probeta con acetato

En cada orificio hemos efectuado 3 disparos, levantando cada vez el acetato y volviéndolo a colocar para cerciorarnos de que siempre analizamos el mismo color y los datos no varían mucho de un disparo a otro, realizando un total de 252 disparos, entre todas las probetas (Fig.17).

---

<sup>4</sup> Se ha utilizado el modelo de abrasímetro lineal TABER® Linear Abraser



Fig. 17. Utilizando el espectrofotómetro Minolta CM-2600d

Una vez realizados los disparos, hemos procesado los datos, los cuales se compararán con los datos que nos darán las pruebas colorimétricas que realizaremos después de la utilización del abrasímetro lineal. Para procesar los datos, los hemos descargado en el ordenador y hemos utilizado el programa Microsoft Office Excel 2003 para ordenarlos y así poder usarlos más adelante.

Tras procesar los datos y observar que algunas de las probetas no daban buenos resultados por la mala elección de la zona a medir, ya que había zonas donde se observaban varios colores a la vez y el medidor daba datos erróneos, hemos repetido las mediciones realizando agujeros más pequeños para que se ajustaran más a un color homogéneo. Para realizar estas mediciones hemos usado el área pequeña del colorímetro con círculos de 1 cm, recortándolos a su vez en el acetato. Esta área al ser más pequeña permite escoger el color con más precisión, ya que las probetas que estamos utilizando son bastante irregulares y tienen mucho cromatismo y distintas tonalidades.

Utilizando los acetatos con los círculos recortados hemos realizado fotografías de cada uno de los agujeros, con y sin acetato para tener una prueba visual de cómo estaba la pintura antes de la utilización del abrasímetro. Para la toma de las fotografías hemos utilizado una cámara Réflex Digital Nikon D50, con la que hemos realizado, de cada probeta, una fotografía con luz directa y dos con luz rasante, desde la derecha y desde la izquierda, colocando los cuatro focos con un ángulo de  $45^\circ$  y la cámara fija, con objetivo macro, en ángulo recto a la probeta. Para las fotos de luz directa (con los cuatro focos encendidos) se utilizó un diafragma ( $f$ )= 11 y una velocidad ( $V$ )= 15 y para las fotografías con luz rasante (se han apagado los dos focos de cada lado dependiendo de la rasante de derecha o izquierda) el diafragma no ha variado y la velocidad ha sido de 8. Se han tomado tres fotografías con acetato y tres sin acetato por cada agujero de cada probeta, haciendo un total de 504 fotos antes y después de la utilización del abrasímetro.

Una vez realizadas las pruebas colorimétricas y las fotografías hemos procedido a la abrasión de las zonas analizadas, mediante la utilización de un abrasímetro lineal: TABER® Linear Abraser, sobre las pinturas murales al seco arrancadas y consolidadas por el reverso con resinas epoxídicas con el fin de determinar cuál de estas resinas podría actuar como mejor consolidante sobre las otras, pintadas con diferentes técnicas (Fig. 18).

Para ello hemos utilizado una goma blanda y lo hemos programado para que siempre vaya a una velocidad de 60, lo que ha realizado 30 ciclos en cada uno de los agujeros. Como los ciclos abarcaban una zona bastante extensa, tuvimos que retirar el acetato porque encima de este no se podía realizar la abrasión con precisión.



Fig. 18. Utilizando el abrasímetro lineal

En aquellas probetas en las que la pintura no parecía mostrar ningún desgaste por erosión, hemos realizado 30 ciclos más con la misma velocidad, haciendo un total de 60 ciclos, con el fin de observar hasta qué punto es capaz de soportar la abrasión.

Realizadas las pruebas con el abrasímetro lineal, de nuevo, hemos llevado a cabo la medición colorimétrica de todas las probetas, con el fin de comparar los datos obtenidos de esta última medición, con los datos obtenidos de las mediciones iniciales.

Para ello hemos seguido el mismo procedimiento inicial, tres disparos por cada uno de los agujeros de cada probeta, con el acetato colocado cuidadosamente para que el círculo coincidiera con su posición inicial.

Una vez realizados todos los disparos, volcamos los datos en el ordenador y los procesamos, obteniendo los valores medios del antes y el después del proceso de abrasión.

También realizamos las fotografías finales con la misma luz y el mismo ángulo que al principio, el diafragma utilizado ha sido el mismo que al principio solo se han cambiado la velocidad. Para estas se ha utilizado, en luz directa  $V=25$ ; rasante de la derecha  $V=13$  y la rasante desde la izquierda  $V=15$ , haciendo 6 fotos por agujero, es decir 24 fotos por probeta.

A partir de todas estas probetas, hemos obtenidos unos resultados, que se detallan en el capítulo siguiente.

## RESULTADOS

### Mediante el abrasímetro lineal TABER® Linear Abraser:

Realizadas las pruebas con el abrasímetro lineal sobre las 88 superficies, los resultados que podemos exponer son los siguientes:

Hay que tener en cuenta que las superficies no son suficientemente homogéneas y que la goma puede que no haya alcanzado toda la superficie de igual manera realizando, como consecuencia, una abrasión desigual.

En esta tabla se detallan los ciclos realizados en cada probeta, a una misma velocidad, y las conclusiones que se pueden sacar observando visualmente el cambio tras la abrasión (tabla 2).

Probeta	Velocidad	Ciclos	Observaciones
4	60	30	Se han realizado 15 ciclos más sobre las resinas EPO 150 + carbonato cálcico (4-2) y Epomix LX-50 + cuarcita (4-3) porque parecía que la goma estaba gastada. Se observan muy bien los cambios, la pintura no resiste mucho el roce de la goma y el pigmento se pierde durante la abrasión. Parece que la pintura es más resistente en la zona consolidada con resina Epomix LX-50+ cuarcita, que las demás.
5	60	60	No se observa ningún cambio en las resinas EPO 150 + cuarcita superventilada y EPO 150 + carbonato cálcico. Pero sí que observamos algún cambio en las resinas Epomix LX-50 + cuarcita y EPO 121.
6	60	30	Se observan bastantes cambios. La pintura tiene poca resistencia al roce del abrasímetro.
7	60	30	La pintura tiene una resistencia media al roce. En la resina EPO 150 + cuarcita superventilada la pintura es más resistente.
8	60	30	La pintura es más resistente en la zona consolidada con las resinas EPO 150 + cuarcita superventilada y EPO 121 que en las zonas consolidadas con EPO 150 + carbonato cálcico y Epomix LX-50 + cuarcita.
9	60	30	La pintura tiene poca resistencia en todas las resinas menos en la zona correspondiente a la consolidación con EPO 121, zona en la que no se aprecian muchos cambios en la superficie.
17	60	30	Sí que se observa la abrasión en las zonas correspondientes a todas las resinas y con menos intensidad en la zona correspondiente a la consolidación con Epomix LX-50 + cuarcita.
20 (b)	60	30	La pintura resiste bastante la abrasión.

24	60	30	No se observa mucho la abrasión.
25	60	60	No se observa prácticamente nada la abrasión.
27	60	30	La pintura tiene poca resistencia en las zonas correspondientes a todas las resinas.
29	60	30	La pintura tiene bastante resistencia en las zonas correspondientes a todas las resinas.
30	60	60	No se observa mucho cambio en la zona correspondiente a la consolidación con resina Epomix LX-50 + cuarcita. En las demás zonas el pigmento se pierde un poco.
34	60	60	No se observa prácticamente nada la abrasión.
36	60	60	No se observa prácticamente nada la abrasión en las zonas correspondientes a las resinas EPO + carbonato cálcico y Epomix LX-50 + cuarcita. En las zonas correspondientes a las otras dos resinas la pintura pierde un poco de resistencia.
37	60	60	La pintura tiene poca resistencia en las zonas correspondientes a todas las resinas.
39	60	60	Excepto en la zona correspondientes a la resina Epomix LX-50 + cuarcita, en las demás zonas la pintura tiene poca resistencia.
40	60	60	En las zonas correspondientes a las resinas EPO + cuarcita superventilada y EPO 121 la pintura tiene más resistencia que en las otras dos.
49	60	30	En las zonas correspondientes a todas las resinas la pintura tiene poca resistencia.
59	60	60	Se observa ligeramente la pérdida de pintura, excepto en la zona correspondientes a la resina Epomix LX-50 + cuarcita que tiene más resistencia.
60	60	30	Se observa ligeramente la pérdida de pintura.

Tabla 2. Datos sobre la abrasión en cada probeta

Debemos tener en cuenta que a simple vista las abrasiones en los colores claros se aprecian menos que en los colores oscuros, lo que puede crear confusiones y podemos llegar a creer que los colores oscuros tienen menos resistencia que los claros<sup>5</sup> (tabla 3).

<sup>5</sup> Ver anexos fotográficos

Técnica	Probeta	1- Resina EPO 150 + cuarcita superventilada	2- Resina EPO 150 + carbonato cálcico	3- EPOMIX LX-50 + cuarcita	4- EPO 121
Temple de cola	4	Color: Rosa $\Delta E^* = 5$ No tiene mucha resistencia la pintura	Color: Rosa $\Delta E^* = 4$ No tiene mucha resistencia la pintura	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ No tiene mucha resistencia la pintura, pero parece que tiene más que la 1,2 y 4	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ No tiene mucha resistencia la pintura
	24	Color: Rosa $\Delta E^* = 5$ Se ha ido un poco la pintura, se ha vuelto del color de la resina	Color: Rosa $\Delta E^* = 4$ Se ha ido la pintura	Color: Rosa $\Delta E^* = 3$ Se ha ido la pintura	Color: Rosa $\Delta E^* = 3$ Se ha ido un poco La pintura, se vuelve más amarilla.
	34	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste mucho	Color: Rojizo $\Delta E^* = 3$ La pintura resiste	Color: Rosa claro $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste
Temple de huevo	6	Color: Blanco $\Delta E^* = 9$ No tiene mucha resistencia la pintura	Color: Marrón oscuro $\Delta E^* = 7$ No tiene mucha resistencia la pintura	Color: Marrón oscuro $\Delta E^* = 17$ No tiene mucha resistencia la pintura	Color: Marrón osc. $\Delta E^* = 11$ No tiene casi nada de resistencia la pintura
	36	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ Se va la pintura. Se vuelve más gris	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste	Color: Azul $\Delta E^* = 0$ La pintura resiste	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ La pintura se va un poco.
Temple de caseína	5	Color: Gris $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste	Color: Crema $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste	Color: Crema $\Delta E^* = 4$ La pintura tiene menos resistencia	Color: Marrón $\Delta E^* = 3$ La pintura tiene menos resistencia
	25	Color: Rojizo $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho	Color: Rosa claro $\Delta E^* = 0$ La pintura resiste mucho

	9	Color: Azul $\Delta E^* = 4$ Se observan bastantes cambios, se vuelve la pintura más blanca	Color: Marrón rojizo $\Delta E^* = 4$ Se observan bastantes cambios, se vuelve la pintura más blanquecina	Color: Azul $\Delta E^* = 5$ Se observan bastantes cambios, se vuelve la pintura más blanco-amarillento	Color: Azul claro $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste
Acrílico	29	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste mucho	Color: Marrón rojizo $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste mucho	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho
	39	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ Se va la pintura. Se vuelve más oscuro	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ Se va la pintura. Se vuelve más oscuro	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste mucho	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ Se va la pintura. Se vuelve más blanca
	59	Color: Gris $\Delta E^* = 1$ La pintura se va un poco.	Color: Azul $\Delta E^* = 4$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más oscuro	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ Resiste mucho la pintura	Color: Azul $\Delta E^* = 3$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más azul con zonas blancas
Vinílico	20 (b)	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ La pintura resiste	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ La pintura resiste
	30	Color: Morado $\Delta E^* = 2$ La pintura se va un poco	Color: Blanco $\Delta E^* = 2$ Se va un poco pero no se nota mucho la diferencia de color	Color: Rosa-rojo $\Delta E^* = 1$ No se nota diferencia	Color: Marrón $\Delta E^* = 4$ Se va bastante la pintura. Se vuelve más blanco
	40	Color: Azul $\Delta E^* = 3$ La pintura resiste	Color: Azul $\Delta E^* = 6$ La pintura se va. Se vuelve más oscuro	Color: Azul $\Delta E^* = 5$ Se va la pintura	Color: Azul $\Delta E^* = 0$ La pintura resiste
	60	Color: Azul $\Delta E^* = 3$ La pintura resiste	Color: Azul $\Delta E^* = 3$ Se va un poco	Color: Crema $\Delta E^* = 1$ Se va muy poco la pintura	Color: Azul $\Delta E^* = 4$ La pintura resiste mucho

Óleo	7	Color: Marrón osc. $\Delta E^* = 6$ La pintura resiste	Color: Marrón claro $\Delta E^* = 2$ La pintura tiene menos resistencia.	Color: Verde $\Delta E^* = 3$ La pintura tiene menos resistencia. Se vuelve más verde	Color: Verde-Marrón $\Delta E^* = 1$ No tiene mucha resistencia la pintura. El color se vuelve más oscuro.
	17	Color: Verde $\Delta E^* = 5$ Se observan cambios. El color se vuelve más claro	Color: Marrón $\Delta E^* = 3$ Se observan cambios. El color se vuelve más oscuro	Color: Marrón claro $\Delta E^* = 5$ No se observa casi ningún cambio	Color: Crema $\Delta E^* = 7$ Se observan bastantes cambios se vuelven zonas más blancas y zonas más oscuras.
	27	Color: Azul claro $\Delta E^* = 4$ Se va la pintura. se vuelve más transparente.	Color: Azul claro $\Delta E^* = 7$ Se ha ido la pintura.	Color: Marrón-ocre $\Delta E^* = 5$ Se va mucho la pintura	Color: Marrón $\Delta E^* = 5$ Se va bastante la pintura. Se vuelve más blanco
	37	Color: Crema $\Delta E^* = 3$ La pintura tiene poca resistencia.	Color: Crema $\Delta E^* = 3$ Se va la pintura.	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ Se va la pintura.	Color: Grisáceo claro $\Delta E^* = 2$ Se va la pintura. se vuelve más Amarillo.
	49	Color: Crema $\Delta E^* = 1$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más oscuro.	Color: Crema $\Delta E^* = 2$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más grisáceo.	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más oscuro.	Color: Marrón oscuro $\Delta E^* = 2$ La pintura tiene poca resistencia. Se vuelve más oscuro.
Encáustica	8	Color: Azul fuerte $\Delta E^* = 14$ Se observan cambios en la pintura. Se vuelve azul más oscuro.	Color: Verde $\Delta E^* = 3$ Se observan cambios en la pintura. Se vuelve más blanquecino.	Color: Amarillo $\Delta E^* = 14$ Se aprecian bastantes cambios. Se vuelve más Blanquecino.	Color: Amarillo $\Delta E^* = 5$ Se observan pocos cambios. Se vuelve más blanco.

Tabla 3. Diferencias observadas en cada probeta con cada tipo de resina

### Mediante el espectrofotómetro Minolta CM-2600d:

Con la necesidad de ver resultados más certeros y no dejarse llevar por la experimentación visual, hemos realizado mediciones colorimétricas. Los resultados que nos han dado pueden ser un tanto confusos por las distintas tonalidades. En los colores oscuros apreciamos, tras la abrasión, puntos blanquecinos del mortero o de la propia resina, por lo que la diferencia entre la medición de antes y la medición de después de la abrasión nos dará resultados más notables que cuando los colores son más claros y al realizar la abrasión el color sigue siendo claro. Por ello hay que ir

comparando los resultados de las mediciones con las fotografías que se realizaron antes y después de la abrasión, con el fin de no extraer conclusiones erróneas. Así nos guiaremos, tanto por un examen fotográfico, como por un examen práctico.

Los datos colorimétricos nos dan información acerca del tono ( $h^0$ ), la claridad ( $L^*$ ) y el croma ( $C^*$ ) del pigmento que queremos medir. Comparando los datos antes y después, se puede observar cuál ha sido el motivo de ese cambio. Cuando el incremento es mayor, significa que ha cambiado más y si el número es muy bajo quiere decir que apenas se nota variación y la pintura ha resistido la abrasión.

El color que más ha cambiado es el 6-3 ( $\Delta E^* = 17$ ) seguido por los colores 8-1 y 8-3 ( $\Delta E^* = 14$ ). Con una diferencia algo inferior tenemos el color 6-4 ( $\Delta E^* = 11$ ). El resto de los colores han sufrido variaciones inferiores a las 10 unidades (tabla 4).

Técnica	Probeta	1- Resina EPO 150 + cuarcita superventilada	2- Resina EPO 150 + carbonato cálcico	3- EPOMIX LX-50 + cuarcita	4- EPO 121
Temple de cola	4	Color: Rosa $\Delta E^* = 5$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 10,1$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 4$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 17,6$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 1,7$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 12,7$ ) (Se ha vuelto más claro)
	24	Color: Rosa $\Delta E^* = 5$ >cambio: claridad ( $\Delta L^* = -4,5$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 4$ >cambio: claridad ( $\Delta L^* = -3,6$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 3$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,9$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 3$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6,1$ ) (Se ha vuelto más claro)
	34	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,6$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 2$ >cambio: croma ( $\Delta C^* = 1,7$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Rojizo $\Delta E^* = 3$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 5,4$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa claro $\Delta E^* = 2$ >cambio: croma ( $\Delta C^* = -1,4$ ) (Se ha vuelto más oscuro)
Temple de huevo	6	Color: Blanco $\Delta E^* = 9$ >cambio: croma ( $\Delta C^* = 8,2$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón osc. $\Delta E^* = 7$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 16,7$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón osc. $\Delta E^* = 17$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 8$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón osc. $\Delta E^* = 11$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 12,3$ ) (Se ha vuelto más claro)
	36	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 1,6$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 4,9$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Azul $\Delta E^* = 0$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 1,3$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6,1$ ) (Se ha vuelto más claro)

Temple de caseína	5	Color: Gris $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 16,2$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Crema $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6,1$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Crema $\Delta E^* = 4$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,4$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 3$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,6$ ) (Se ha vuelto más oscuro)
		Color: Rojizo $\Delta E^* = 1$ >cambio: claridad ( $\Delta L^* = -1,1$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,8$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,3$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa claro $\Delta E^* = 0$ >cambio: claridad ( $\Delta L^* = 0,4$ ) (Se ha vuelto más claro)
Acrílico	9	Color: Azul $\Delta E^* = 4$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = -49,5$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón rojizo $\Delta E^* = 4$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 5,7$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Azul $\Delta E^* = 5$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = -58,9$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Azul claro $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 2$ ) (Se ha vuelto más claro)
		Color: Azul $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6,8$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,4$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón rojizo $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 4,3$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6$ ) (Se ha vuelto más claro)
	39	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,5$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Rosa $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,6$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = -5,6$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = -8,7$ ) (Se ha vuelto más oscuro)
		59	Color: Gris $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 6,3$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Azul $\Delta E^* = 4$ >cambio: croma ( $\Delta C^* = 3,1$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,3$ ) (Se ha vuelto más claro)
	20 (b)	Color: Azul $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = -17,6$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ >cambio: claridad ( $\Delta L^* = 1,7$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 2$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 3,1$ ) (Se ha vuelto más claro)	Color: Marrón $\Delta E^* = 1$ >cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,3$ ) (Se ha vuelto más claro)

Vinílico	30	Color: Morado	Color: Blanco	Color: Rosa-rojo	Color: Marrón
		$\Delta E^* = 2$	$\Delta E^* = 2$	$\Delta E^* = 1$	$\Delta E^* = 4$
		>cambio: tono ( $\Delta h^* = 4$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -2,1$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 1,8$ )	>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 3,8$ )
		(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más oscuro)
	40	Color: Azul	Color: Azul	Color: Azul	Color: Azul
		$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 6$	$\Delta E^* = 5$	$\Delta E^* = 0$
		>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 2,5$ )	>cambio: claridad ( $\Delta L^* = -6,3$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -180,8$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -21,7$ )
		(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)
	60	Color: Azul	Color: Azul	Color: Crema	Color: Azul
$\Delta E^* = 3$		$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 1$	$\Delta E^* = 4$	
>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 2,7$ )		>cambio: tono ( $\Delta h^* = 4,2$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 1,8$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -10,8$ )	
(Se ha vuelto más oscuro)		(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más oscuro)	
Óleo	7	Color: Marrón osc.	Color: Marrón claro	Color: Verde	Color: Verde-Marrón
		$\Delta E^* = 6$	$\Delta E^* = 2$	$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 1$
		>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 4,7$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,1$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 7,7$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 4,1$ )
		(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más claro)
	17	Color: Verde	Color: Marrón	Color: Marrón claro	Color: Crema
		$\Delta E^* = 5$	$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 5$	$\Delta E^* = 7$
		>cambio: tono ( $\Delta h^* = 13,2$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = -2,5$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -4,6$ )	>cambio: claridad ( $\Delta L^* = -6,8$ )
		(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)
	27	Color: Azul claro	Color: Azul claro	Color: Marrón-ocre	Color: Marrón
		$\Delta E^* = 4$	$\Delta E^* = 7$	$\Delta E^* = 5$	$\Delta E^* = 5$
		>cambio: tono ( $\Delta h^* = -17,9$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = -16,1$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = -4,5$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = -4,5$ )
		(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)
	37	Color: Crema	Color: Crema	Color: Marrón	Color: Grisáceo claro
		$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 3$	$\Delta E^* = 1$	$\Delta E^* = 2$
		>cambio: croma ( $\Delta C^* = -2,9$ )	>cambio: tono ( $\Delta h^* = 2,8$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = 0,7$ )	>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 1,8$ )
		(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)
	Color: Crema	Color: Crema	Color: Marrón	Color: Marrón oscuro	
	$\Delta E^* = 1$	$\Delta E^* = 2$	$\Delta E^* = 2$	$\Delta E^* = 2$	
	>cambio: tono	>cambio: claridad	>cambio: croma	>cambio: tono	

	49	( $\Delta h^* = 1,2$ ) (Se ha vuelto más claro)	( $\Delta L^* = -2,2$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	( $\Delta C^* = 1,2$ ) (Se ha vuelto más oscuro)	( $\Delta h^* = 1,3$ ) (Se ha vuelto más oscuro)
Encáustica	8	Color: Azul $\Delta E^* = 14$	Color: Verde $\Delta E^* = 3$	Color: Amarillo $\Delta E^* = 14$	Color: Amarillo $\Delta E^* = 5$
		>cambio: croma ( $\Delta C^* = -13,7$ )	>cambio: claridad ( $\Delta L^* = 3,2$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = -12,7$ )	>cambio: croma ( $\Delta C^* = -4$ )
		(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más claro)	(Se ha vuelto más oscuro)	(Se ha vuelto más oscuro)

Tabla 4. Datos sobre el tipo de color, diferencia de color total y el mayor cambio producido en cada una de las probetas dependiendo de cada tipo de resina.



Fig. 19. Medición 6-3. Antes y después de la abrasión.

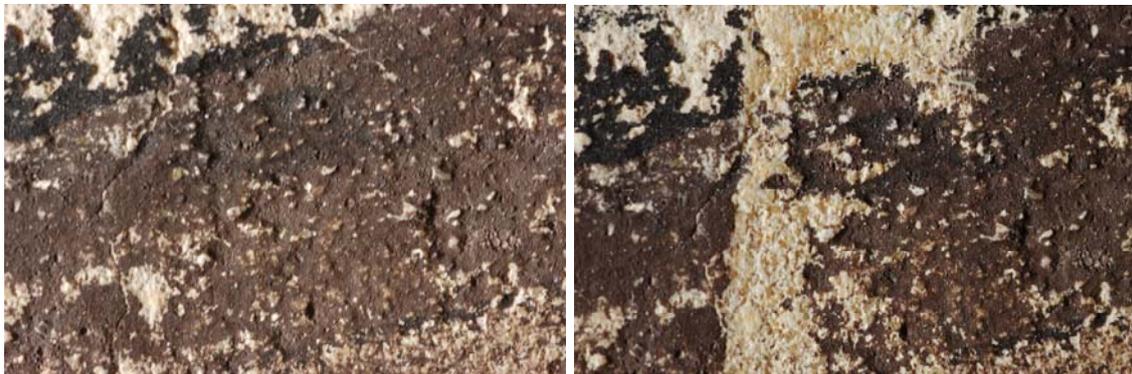


Fig.20. Medición 6-4. Antes y después de la abrasión.

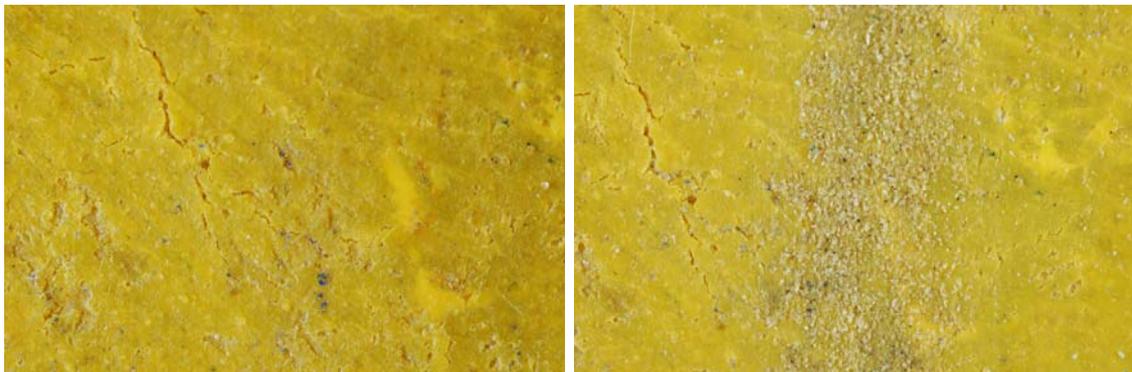


Fig. 21. Medición 8-3. Antes y después de la abrasión.

## **CONCLUSIONES**

---

Tras los resultados obtenidos de las pruebas, podemos diferenciar qué resinas podrían ir bien para cada tipo de técnica al seco, teniendo en cuenta que las probetas son muy jóvenes y su estado de conservación es muy bueno, lo que no nos permite asegurar con certeza que puedan funcionar en una pintura en un estado de conservación malo.

Las resinas que consideramos más adecuadas para cada técnica pictórica son:

Óleo	EPO 150 + carbonato cálcico y EPO 121 sin carga
Temple de huevo	EPO 150 + carbonato cálcico
Temple de caseína	EPO 150 + cuarcita superventilada y la EPO 150 + carbonato cálcico
Temple de cola	EPO 150 + cuarcita superventilada y EPOMIX LX-50 + cuarcita
Acrílico	EPO 150 + cuarcita superventilada y EPO 121 sin carga
Vinílico	EPOMIX LX-50 + cuarcita y EPO 121 sin carga
Encáustica	EPO 150 + carbonato cálcico y EPO 121 sin carga

## APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE UNA OBRA REAL

---

Esta investigación teórico-práctica, nos ha servido para establecer qué tipo de composito de resina con carga, puede dar mejores resultados en la consolidación del reverso de pinturas murales arrancadas, según la técnica pictórica con la que haya sido efectuada.

Como colofón a nuestra investigación y con el fin de observar si los resultados sobre unas probetas daban iguales resultados que en una pintura mural al seco real, hemos podido poner en práctica sobre una obra real los resultados obtenidos en las probetas. Se trata de una pintura mural al temple de cola que abarcaba todo el techo de una de las habitaciones del Palacio de la Duquesa de Almodóvar, en Ontinyent.

Este palacio está siendo rehabilitado, y por problemas estructurales, la habitación que albergaba la pintura, se encontraba en peligro de derrumbe, con partes del techo ya caídos.

La dirección técnica de la intervención arquitectónica, nos pidió que arrancásemos únicamente la zona correspondiente a la parte central de la pintura, donde se encuentra la figura principal, por lo que contábamos con un buen fragmento de pintura correspondiente al fondo que no se iba a conservar, de modo que lo arrancamos para poder hacer pruebas sobre él antes de abordar la pintura zona central.

La pintura estaba en muy mal estado de conservación, tenía gran cantidad de escamas y muchos faltantes. Antes de realizar el arranque se consolidó toda la pintura, superficialmente, aplicando Acril 33 al 5 % en agua a través de papel japonés de 11 gr. /m<sup>2</sup> (Fig. 22). Las escamas regresaron a su ubicación original.



Fig. 22. Consolidando la pintura con acril 33 al 5 % en agua a través de papel japonés

Una vez consolidada la pintura se colocaron las telas de arranque con cola fuerte, primero una capa de gasa y luego otra de retorta de algodón (Fig. 23).

Se dejó secar y posteriormente, aprovechando la contracción que había sufrido la cola durante el secado, se arrancó la pintura mediante la técnica del *strappo* y se enrolló sobre un tubo de PVC protegida con papel continuo.



Fig. 23. Telas de arranque colocadas

Trasladada al taller se extendió sobre unas mesas con las telas de arranque hacia arriba para proceder a su tensado, mojándola superficialmente con agua y estirándola desde los distintos lados con unos gatos, los que se apretaban en las mesas (Fig. 24).



Fig. 24. Pintura arrancada y trasladada al taller

Pudimos constatar que la pintura constaba de unas cuatro capas, la capa de pintura que se ve por el anverso, dos capas verdes, otra capa naranja y otra blanca. Para que la consolidación fuese más efectiva, desbastamos el reverso hasta llegar a ras de la pintura y se estucaron lagunas y grietas con Modostuc, para evitar que la resina estuviese en contacto directo con las telas de arranque (Fig. 25).



Fig. 25. Limpiando el reverso y estucando lagunas con Modostuc.

Antes de proceder a la consolidación por el reverso, se realizaron pruebas sobre unos trozos que se arrancaron del fondo de la misma pintura ya que, como hemos dicho, la pintura tenía mucho fondo que no se iba a conservar y podíamos prescindir de un fragmento pequeño.

En uno de los fragmentos que arrancamos para la realización de pruebas, pusimos las tres resinas con sus respectivas cargas y caseinato cálcico, para observar como actúan sobre una obra real, una pintura mural al seco, pulverulenta (Fig. 26).

Se aplicaron por este orden (con las mismas proporciones que en las pruebas realizadas anteriormente). (Fig. 27).

- Caseinato Cálcico.
- EPO 150 (72 gr) + catalizador (24gr) + cuarcita superventilada (96gr).
- EPO 150 (40gr) + catalizador (13,4 gr) + carbonato cálcico (25,6gr).
- EPOMIX LX-50 (4 vol.) + catalizador (2 vol.) + cuarcita (3 vol.).
- EPO 121 (60 gr) + catalizador (12 gr). sin carga.

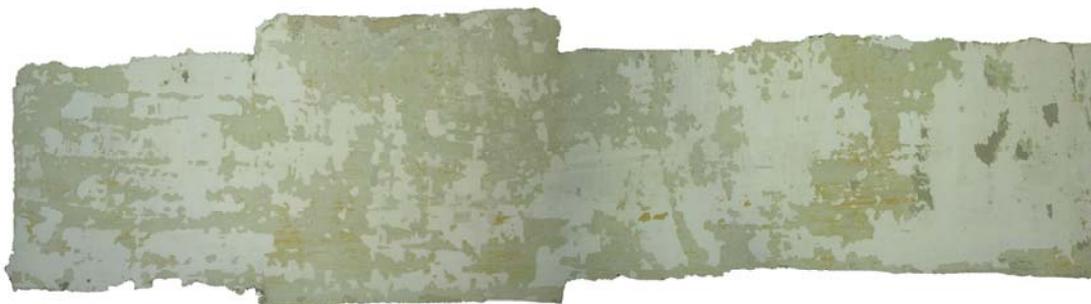


Fig. 26. Prueba N° 1. Reverso del fragmento de pintura mural arrancada antes de aplicar las resinas

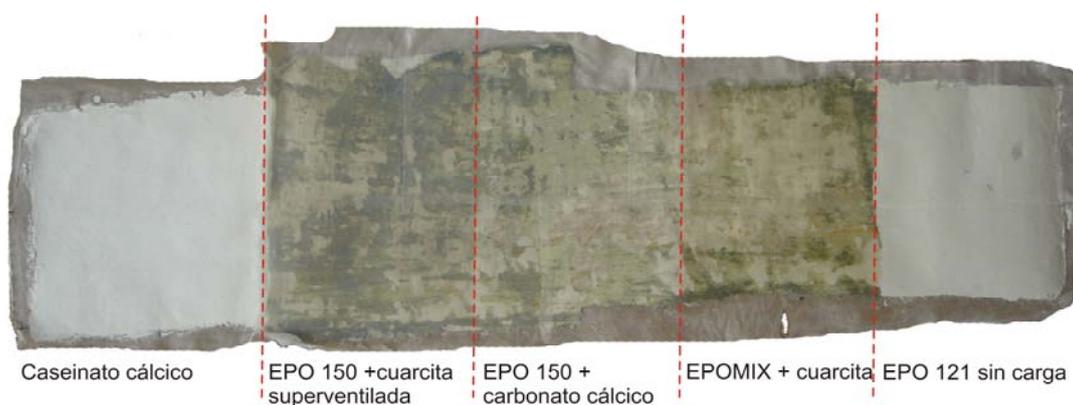


Fig. 27. Prueba N° 1. Reverso del fragmento de pintura mural arrancada con las resinas aplicadas.

Tras la desprotección observamos que la pintura se encontraba muy débil al retirar la cola con agua, pero con las resinas EPO 150 + cuarcita superventilada y EPOMIX LX-50 la pintura resistía más (Fig. 30).

Tras el secado del arranque la pintura se mantenía estable.

Con el caseinato cálcico la pintura es medianamente estable, pero al secar se levanta en escamas y resulta muy blanda (Fig. 28).

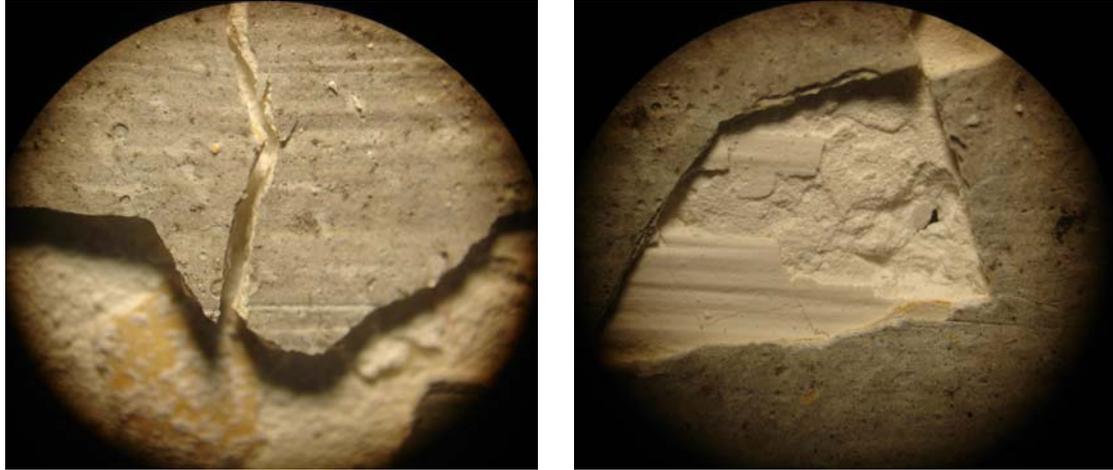


Fig. 28. Fotografías con microscopio (2x). Escamas producidas con el caseinato cálcico.



Fig.29. Fotografías con microscopio (2x). La pintura se mantiene estable con las resinas.



Fig. 30. Prueba N° 1. Anverso del fragmento de pintura arrancada tras la desprotección.

En una segunda prueba se procuró desbastar lo suficiente para llegar a la pintura por el reverso, con el fin de que la resina pudiera adherir la película pictórica

con mayor facilidad y así procurar que al desproteger no desapareciera. También se le añadió pigmentos para darle una base más opaca y no tan transparente como son las resinas (Fig. 31, 32, 33).



Fig. 31. Prueba N° 2. Reverso del fragmento de pintura arrancada antes de aplicar las resinas.



EPO 150 + cuarcita  
superventilada +  
blanco de zinc

EPO 150 + carbonato  
cálcico + ocre

EPOMIX + cuarcita  
+ blanco de zinc  
+ ocre

EPO 121 sin carga

Fig. 32. Prueba N° 2. Reverso del fragmento de pintura arrancada con las resinas aplicadas.



Fig. 33. Prueba N° 2. Anverso del fragmento de pintura arrancada tras la desprotección.

Tras la realización de las pruebas y con las conclusiones obtenidas procedimos a la consolidación del reverso de la pintura arrancada. Encima de una gasa de algodón de trama cerrada se extendió la resina epoxídica con las siguientes proporciones (Fig. 34):

EPO 150: 200gr.

Catalizador: 50gr

Cuarcita superventilada: 250gr

Blanco de Zinc: 100gr

Pigmento ocre: 5gr



Fig. 34. Aplicando la resina en el reverso de la pintura arrancada.

Se repartió bien la resina, dejando una capa fina para evitar que la pintura quedara demasiado rígida.

Una vez aplicada la resina procedimos a la desprotección de la pintura arrancada, retirando tanto la retorta de algodón como la gasa mediante empacos de Arbocel (B200 y B40) y agua caliente. Los empacos reblandecían la cola haciendo más fácil su eliminación y con agua y esponja íbamos eliminando la gasa y todos los restos de cola que quedaban (Fig. 35).



Fig. 35. Desprotegiendo la pintura.

Ya que se realizó una consolidación de la pintura antes de ser arrancada, esta consolidación fijó la suciedad a la pintura y al desprotegerlo nos dimos cuenta de que había manchas de suciedad que no se eliminaban con agua durante el proceso de desprotección por lo que realizamos pruebas con distintos disolventes (Tabla 5):

White Spirit	No funciona
White Spirit + alcohol (1:1) y (1:2)	No funciona
Acetona	No funciona
Alcohol	Funciona en algunas zonas
Solvent Gel (resinas sintéticas)	Funciona en algunas zonas
Isopropanol + amoniaco + agua (90/10/10)	No funciona
Alcohol + agua + carbogel	Funciona en algunas zonas
Empaco de acetona + algodón tapado con melinex	15 minutos= no funciona 25 minutos= se va algo de color. El brillo persiste
Trietanolamina 99%	No funciona
Alcohol dicetónico	No funciona
Butanol	No funciona
Propanol	No funciona
Tolueno	No funciona
Klucel + EDTA	5 minutos= reblandece algo 10 minutos= reblandece un poco más. 30 minutos= limpia un poco
DCA + Twen 20 + TEA	10 minutos= No funciona 15 minutos= funciona un poco 25 minutos= funciona muy poco
Jabón DCA + 3% Benzol	5 minutos= No funciona 10 minutos= se lleva el color
TCA + alcohol + butilacetato	15 minutos= No funciona
Xileno	No funciona
Acetato de etilo + DMF	No funciona
Tolueno (85%) + dimetilformamida (15%)	Funciona aunque se lleva un poco de color

Tabla 5. Resultados obtenidos con los disolventes utilizados

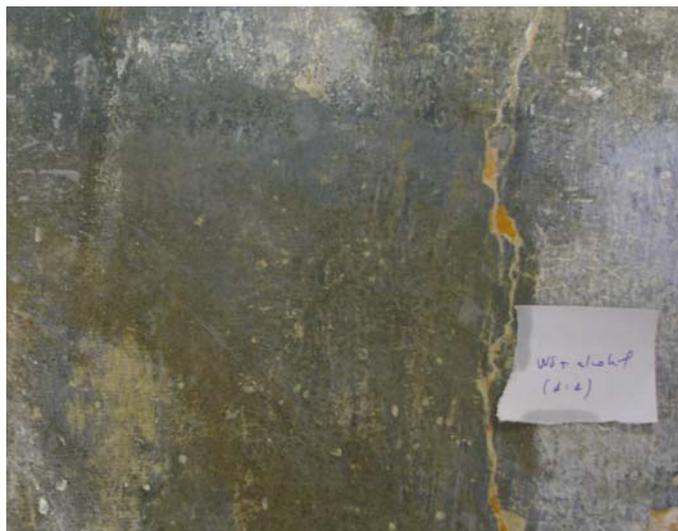


Fig. 36. Pruebas de limpieza con White Spirit



Fig. 37. Pruebas de limpieza con solvent gel

Con todas las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que el mejor disolvente para la eliminación de la suciedad y las manchas era la mezcla de Tolueno (85%) + dimetilformamida (15%).

Los restos de cola que quedaban en superficie, provocando brillos, los eliminamos con agua caliente.

Por otro lado procedimos al montaje del nuevo soporte. Se unieron mediante unas varillas de aluminio y resina EPO 121 las diferentes piezas que conformarían el nuevo soporte para la pintura arrancada, de Aerolam de 1 cm de grosor (Fig. 38).

Para unir las juntas entre los tres fragmentos de Aerolam, se adhirieron unas bandas de fibra de vidrio con resina EPO 150 (Fig. 39).



Fig. 38. Preparación del soporte.



Fig. 39. Aplicando resina EPO 121 sobre las bandas de fibra de vidrio en las juntas del Aerolam.

Como estrato de intervención se usó poliuretano – cartón puma-. El cartón pluma lo unimos al Aerolam con Beva O.F. Gel, aplicándola en las dos partes y uniéndolas en estado mordiente, dejándolo secar bajo presión durante 24 h (Fig. 40).



Fig. 40. Adhiriendo el cartón pluma al Aerolam mediante Beva O.F.Gel

A la pintura le adherimos, como refuerzo, una tela de lino por el reverso, sobre la resina, utilizando como adhesivo, la Beva O.F.Gel (Fig. 41, 42). Aplicamos adhesivo en las dos partes, las unimos en estado mordiente y lo dejamos secar bajo presión.



Fig. 41. Colocando la Beva O.F.Gel en el arranque

Pasado este tiempo unimos la pintura arrancada y reforzada con la tela de lino, al nuevo soporte mediante Beva O.F.Gel (Fig. 43).



Fig. 42. Aplicación de la Beva Gel en la tela de lino



Fig. 43. Preparando las dos partes de lino y cartón pluma para su unión

La unión de los bordes al soporte se realizó mediante Plextol B-500 al 30% en tolueno.

Se plancharon las zonas que no habían quedado totalmente adheridas al soporte y se le aplicó peso (Fig. 44).



Fig. 44. Colocación de peso en zonas donde no ha quedado bien adherida la pintura al soporte

Una vez unida la pintura arrancada al nuevo soporte se estucaron las lagunas con un estuco blanco comercial – Modostuc –, que, una vez seco, se lijó para homogeneizar la superficie.

La reintegración pictórica, se ha llevado a cabo mediante la utilización de colores gouache, con la técnica del rigatino, tras haber aplicado una tinta plana a todas las lagunas para no empezar la reintegración sobre blanco (Fig. 45).



Fig. 45. Fotografía final del arranque del Palacio de la Duquesa de Almodóvar en Ontinyent.

### CONCLUSIONES DEL TRATAMIENTO SOBRE LA OBRA REAL

El resultado que hemos obtenido al aplicar sobre una obra real los resultados extraídos en las pruebas, no ha sido del todo satisfactorio, ya que la obra real se encontraba en un estado de conservación malo, pero, aun no obteniéndose resultados óptimos, éstos han sido mejores que si se hubiera aplicado el tradicional caseinato cálcico para consolidar la pintura al temple por el reverso. Por lo que, teniendo en cuenta estas circunstancias, la resina que se utilizó para la consolidación del reverso actuó adecuadamente, pudiendo ser desprotegida la pintura sin producir grandes pérdidas.

La consolidación con Acril 33 al 5 % en agua realizada sobre la pintura antes de ser arrancada, derivó a grandes variaciones en la tonalidad del color lo que nos produjo dificultades a la hora de reintegrar, pero que finalmente se resolvieron favorablemente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

ARMENGOL, C.; FAGES, M.; ROVIRA, P.; SAMANIEGO, S. "Recuperació i restauració de pintures murals a l'oli de Pere Viver", en *V Reunió Tècnica de conservació i Restauració. Museu Marítim de Barcelona 20 i 21 d'octubre de 1995*. Edita el Grup Tècnic. Associació professional dels conservadors-restauradors de Catalunya. Barcelona, 1998.

BARBERO, J.C. "Una alternativa a los arranques tradicionales de pintura mural". En *Actas de Seminario sobre restauración de pinturas murales: Tratamientos y metodologías de conservación de pinturas murales. Aguilar de Campoo (Palencia) 20-22 julio de 2005*. Fundación Santa.

BASILE, G.; P. Nicola GIANDOMENICO. "Dall'utopia alla realta. Notizie dall cantiere dei dipinti in frammenti della Basilica Superiore di San Francesco in Assisi". En *Convegno internazionale di studi. 26-28 settembre 2002*. Tipografía Metastasio. Assisi, 2002.

BRAJER, I. *The transfer of wall paintings. Based on danish experience*. Archetype Publications. Londres, 2002.

CICIRELLI, C.; VANACORE, S. "Problemi di consolidamento e fissaggio strati preparatori e pellicola pittorica. Interventi pre-distacco in ambiente umido". En *Atti del Convegno: Consolidanti e protettivi in uso sui materiali inorganici porosi di interesse artistico ed archeologico. Trento 25 - 27 Febbraio 1990. 3º Incontri di restauro*. Provincia autonoma di Trento. Servizio Beni Culturali. Trento, 2000.

DEL VALLE, P.; SORIANO SANCHO, P.; ROIG PICAZO, P. "Los murales de la antigua casa Ferraz de Valencia. Propuestas para su futura exhibición". Pp.: 667-671. En *Preprints of the XVII International Meeting on Heritage Conservation*. Castellón, 2008.

DOMÉNECH-CARBÓ, M.T. y YUSÁ-MARCO, D.J. *Aspectos físico-químicos de la pintura mural y su limpieza*. Editorial. U.P.V. Valencia: 2006.

DOMÉNECH-CARBÓ, M.T. y YUSÁ-MARCO, D.J. *Compendio de principios físico-químicos de materiales pictóricos, practicum*. Editorial U.P.V. Valencia 2006.

ESCRIG MORENO, M<sup>a</sup> J.; PUERTES TORRENT, C. "Arranque, restauración y reintegración informatizada de un zócalo mural de un palacio civil islámico en Játiva (Valencia)". En *XII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Alicante del 28 al 31 de octubre de 1998*. Ed. Generalitat Valenciana. Conselleria de Cultura Educació i Ciència, Direcció General de Patrimoni Artístic. Octubre 1998.

FERNÁNDEZ GARCÍA, G.; GARCÍA MOLINA, M<sup>a</sup> J.; GONZÁLEZ PASCUAL, M.; SANZ CRUZADO, L.; PÉREZ MEDINA, D. "El legado de la Tía Sandalia: consolidación, arranque y montaje de la obra para el futuro Museo Etnográfico Local de Villacañas (Toledo). En *VIII Congrès de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Ponències i Comunicacions. València, 20, 21, 22, 23 setembre 1990. Generalitat Valenciana*. Actas recopiladas por Pilar Roig Picazo. UPV. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. València, 1990.

MONRAVAL, M.; KROUGLY, L. "Las pinturas murales de la Capilla de la Universitat de València. Estudi General. Proceso de arranque y salvamento (1988)". En *VIII Congrès de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Ponències i Comunicacions. València, 20, 21, 22, 23 setembre 1990. Generalitat Valenciana*. Actas recopiladas por Pilar Roig Picazo. UPV. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. València, 1990.

NOVELL i CARNÉ, T. "Arrancament i traspàs de les pintures murals del carrer de Lledó". En *Butlletí del Museu d'Art de Catalunya 6 2002*. Mnac. Barcelona, 2003.

OSCA PONS, J. *La consolidación de pinturas murales: la obra de Palomino en Valencia. Tesis doctoral*. U.P.V. Valencia: 1998.

OSCA PONS, J. *Murales bajo la lupa. Apuntes del curso de doctorado 2004-2005. U.P.V. Valencia.2004*.

RANESI, R. "Arrancament i restauració de pintures murals romanes d'una domus del carrer Pere Martell de Tarragona". En *Rescat nº 9. Butlletí del Servei de Restauració de Béns Mobles. Generalitat de Catalunya*. Barcelona, 2001.

ROIG PICAZO, P. y BOSCH REIG, I. "Arranque y traslado de una pintura mural a un nuevo soporte y espacio arquitectónico. Primera parte". En *R&R Restauración y Rehabilitación*. Nº 21 octubre 1998. Edita Prensa Española General de Revistas, S.A. Madrid, 1998.

ROIG PICAZO, P. y BOSCH REIG, I. "Arranque y traslado de una pintura mural a un nuevo soporte y espacio arquitectónico. Segunda parte". En *R&R Restauración y Rehabilitación*. Nº 22 noviembre 1998. Edita Prensa Española General de Revistas, S.A. Madrid, 1998

SORIANO SANCHO, P. *Los frescos de Palomino en la bóveda de la iglesia de los Santos Juanes de Valencia : estudio y aplicación de un nuevo soporte / tesis doctoral europea presentada por M<sup>a</sup> Pilar Soriano Sancho ; dirigida por Pilar Roig Picazo, Julia Oscala Pons*. Universidad Politécnica de Valencia, 2005

SORIANO SANCHO, P. *Los arranques de pinturas murales*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2006. ISBN 8477210292.

SORIANO SANCHO, P.; REGIDOR ROS, J. L.; VALCÁRCEL ANDRÉS, J.; GÁRATE LLOMBART, I.: “Métodos de documentación de una pintura mural a extinguir”. En *ARCHÉ. Publicación del Instituto Universitario de Restauración de Patrimonio de la UPV*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2006.

SORIANO SANCHO, P.; REGIDOR ROS, J. L.; GÁRATE LLOMBART, I.; VALCÁRCEL ANDRÉS, J. “Los arranques de pintura mural como método de documentación”. En *Preprints of the XVI International Meeting on Heritage Conservation*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2006.

SORIANO SANCHO, P.; YUSA MARCO, J. D.; BOSCH ROIG, L. “Aproximación analítica a la consolidación del reverso de pinturas murales arrancadas, mediante materiales compósito de tipo epoxi-carga inerte”. Pp.:19-24. *ARCHÉ* (publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la U. P. V.). Número 2. Valencia, 2007.

XARRIÉ, J. M. “L’Oceanus, stacco a massello d’una pintura mural romana del jaciment dels Munts (Alta fulla)”. En *RESCAT. Butlletí de Restauració de Béns Mobles*. Nº 6. Desembre 1998. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Barcelona, 1998.

### **Bibliografía específica de nuevos soportes para pinturas murales arrancadas.**

FERNÁNDEZ GARCÍA, G.; GARCÍA MOLINA, M<sup>a</sup> J.; GONZÁLEZ PASCUAL, M.; SANZ CRUZADO, L.; PÉREZ MEDINA, D. “El legado de la Tía Sandalia: consolidación, arranque y montaje de la obra para el futuro Museo Etnográfico Local de Villacañas (Toledo). En *VIII Congrés de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Ponències i Comunicacions. València, 20, 21, 22, 23 setembre 1990. Generaliat Valenciana*. Actas recopiladas por Pilar Roig Picazo. UPV. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. València, 1990.

MORALES RAMÍREZ, S. “Finalización de la restauración del techo abovedado de la Casa de los Delfines. Realización del soporte inerte”. En *Kausis. Revista de la Escuela Taller de Restauración de pintura mural de Aragón*. Nº 2. Diciembre 2004. Ed. Revista de la Escuela Taller de Restauración de pintura mural de Aragón. Zaragoza, 2004.

NOVELL i CARNÉ, T. “Arrencament i traspàs de les pintures murals del carrer de Lledó”. En *Butlletí del Museu d’Art de Catalunya 6 2002*. Mnac. Barcelona, 2003.

PARRINI, P. L.; CASAZZA, O.; PIZZIGONI, G. “I materiali compositi nel restauro científico degli affreschi: il supporto delle sinopie di Masaccio e Masolino”. En *Quaderni del restauro. La Capella Brancacci. La scienza per Masaccio, Masolino e Filippo Lippi*. Olivetti. Milano, 1992.

TONEU, M. “Prócsés d’adaptació de les pintures romàniques de Sant Sadurní d’Osormort i Sant Martí del Brull en els nous suports d’alumini” En *Rescat* nº 12. *Butlletí del Servei de Restauració de Béns Mobles*. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 2002.

VV.AA. *Arranque y traslado a un nuevo soporte de la pintura mural realizada por Joaquín Michavila*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1998.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

A la Dra. M<sup>a</sup> Pilar Soriano Sancho por su apoyo, dedicación y profesionalidad demostradas a lo largo de la dirección del presente trabajo final de máster.

A la Dra. Teresa Doménech Carbó, directora del I. R. P. por los análisis físico-químicos efectuados en las muestras tomadas de la obra real y por habernos facilitado siempre su apoyo y el de su equipo en el Instituto.

A la Dra. Dolores Yusá Marco por los análisis físico-químicos efectuados en las muestras tomadas de las probetas.

A la Dra. Marisa Martínez Bazán, por el interés mostrado y su colaboración en el procesado de los datos colorimétricos.

Al Dr. Juan Valcárcel Andrés, por la ayuda prestada en la toma de fotografías.

A la Dra. Julia Osca Pons, por la confianza depositada en nosotros al dejarnos colaborar en el arranque de la pintura objeto de este estudio.

Al Dr. José Luis Regidor Ros, Abraham Reina, Paula del Valle y Sarai Delhom, por su inestimable ayuda.

A todos los miembros del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la U.P.V. por su atención y dedicación.

Agradezco así mismo la ayuda concedida para la realización de Actuaciones de Restauración y Consolidación de Pintura Mural sobre Edificios Integrados del Patrimonio Cultural Valenciano, de acuerdo con la Llei 4/1998, d'11 juny, del Patrimoni Cultural Valencià. Otorgada por la Conselleria de Cultura i Esport, Direcció General de Patrimoni Cultural Valencià al Ayuntamiento de Ontinyent, gracias a la cual se ha podido intervenir en la pintura mural descrita en este trabajo.

## **ANEXOS<sup>6</sup>**

---

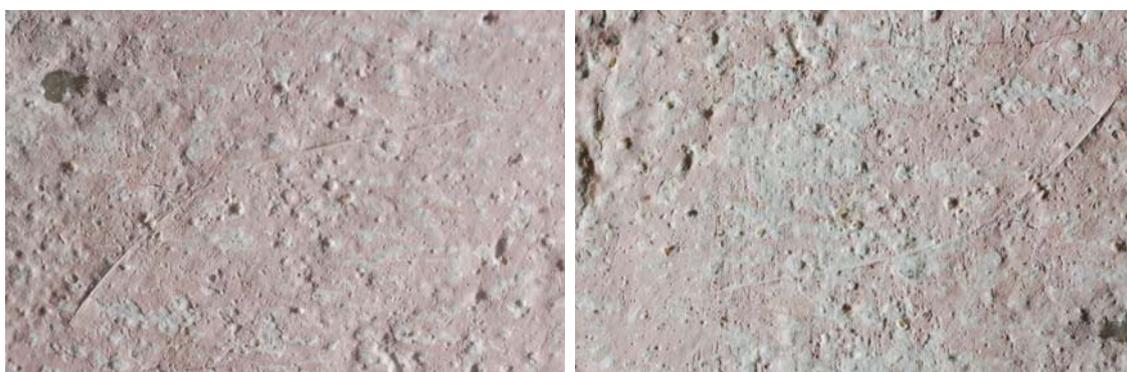
<sup>6</sup> Las fotografías que se muestran a continuación han sido tomadas, como se especifica en la metodología, pág. 20 , con la cámara Réflex Digital Nikon D50  
Las fotografías correspondientes a una misma probeta, se muestran en la misma página, por lo que en cada página podemos observar el resultado de la abrasión de cada técnica pictórica distinta

## ANEXO FOTOGRÁFICO

---



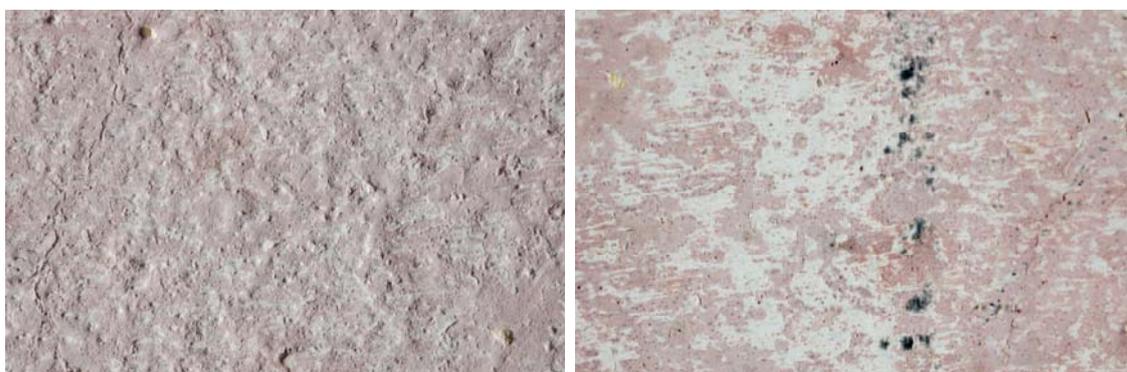
Probeta. 4-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 4-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 4-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 4-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 5-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 5-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 5-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 5-4. Antes y después de la abrasión



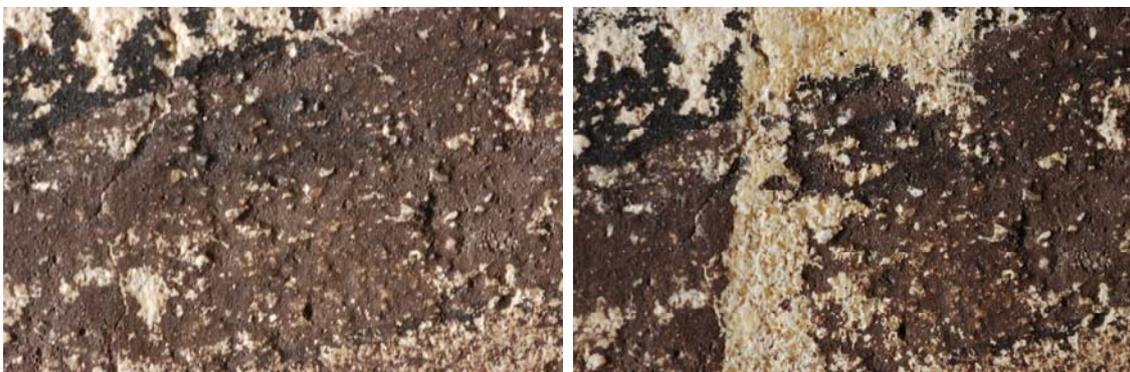
Probeta. 6-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 6-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 6-3. Antes y después de la abrasión



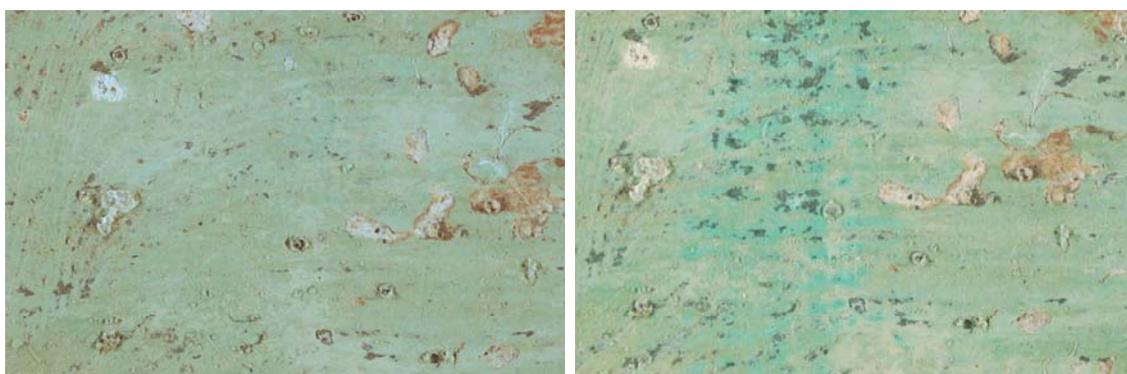
Probeta. 6-4. Antes y después de la abrasión



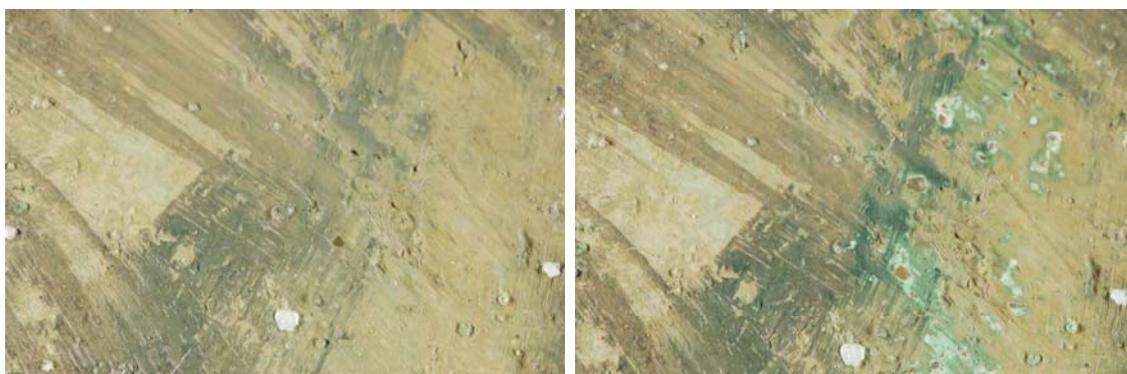
Probeta. 7-1. Antes y después de la abrasión



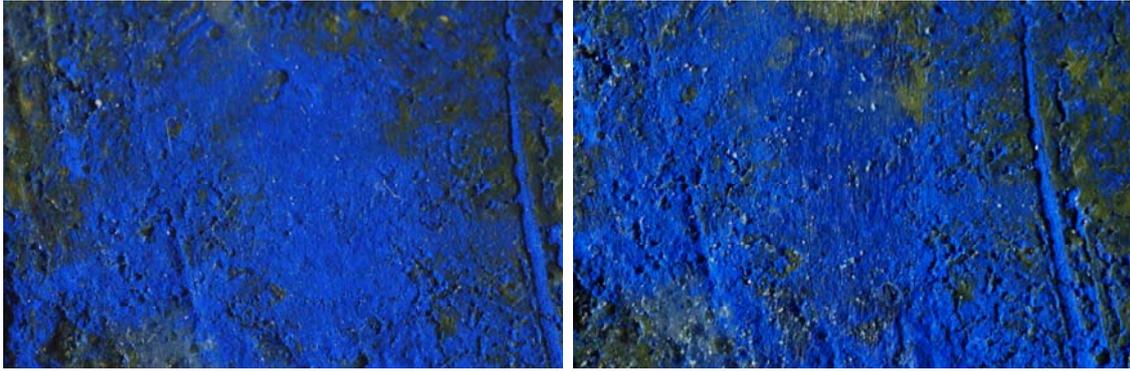
Probeta. 7-2. Antes y después de la abrasión



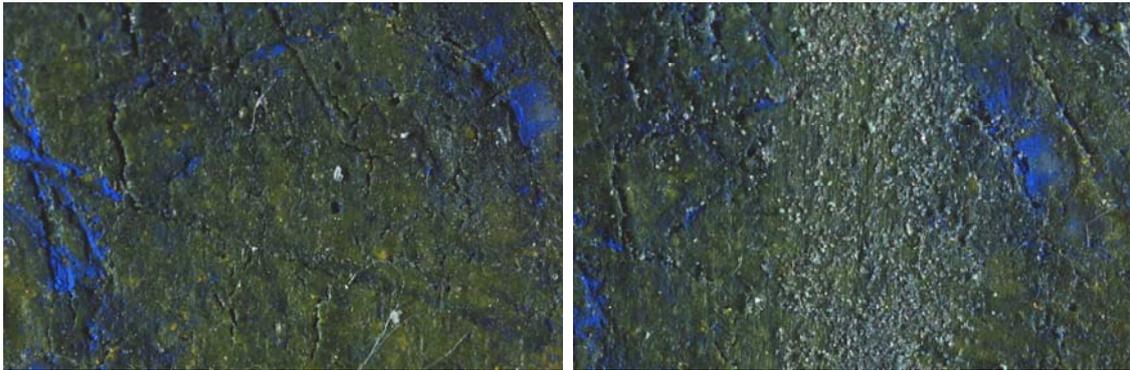
Probeta. 7-3. Antes y después de la abrasión



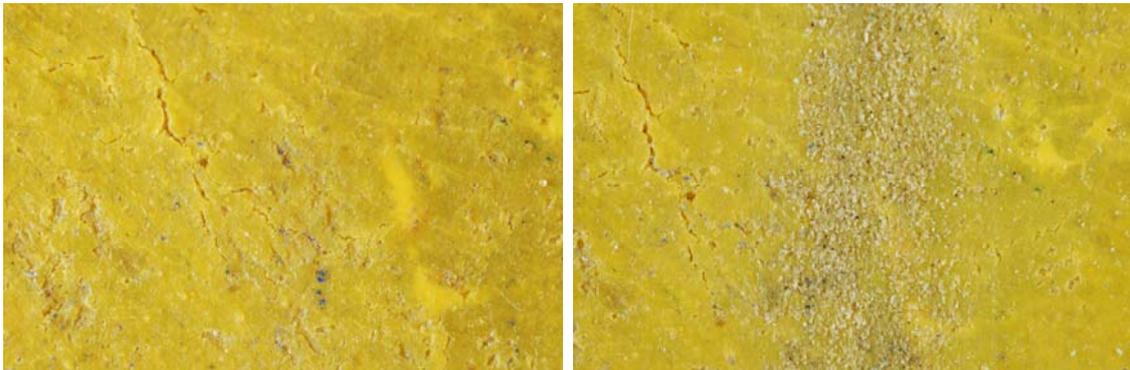
Probeta. 7-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 8-1. Antes y después de la abrasión



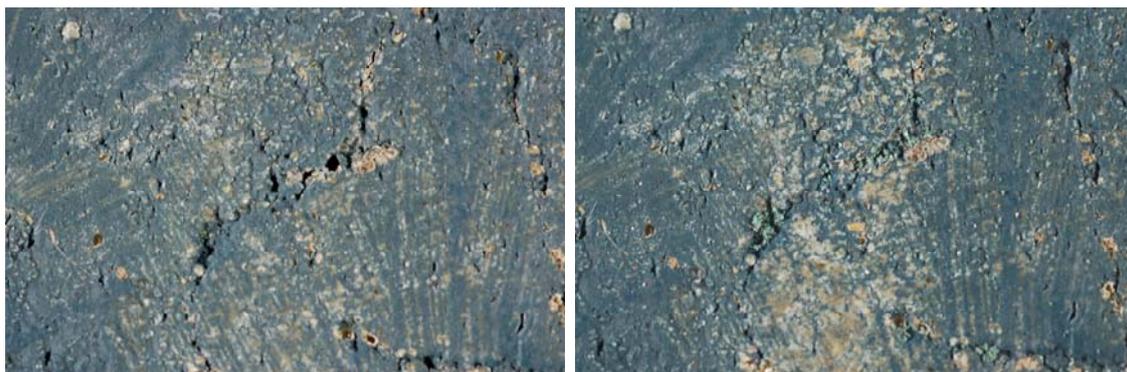
Probeta. 8-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 8-3. Antes y después de la abrasión



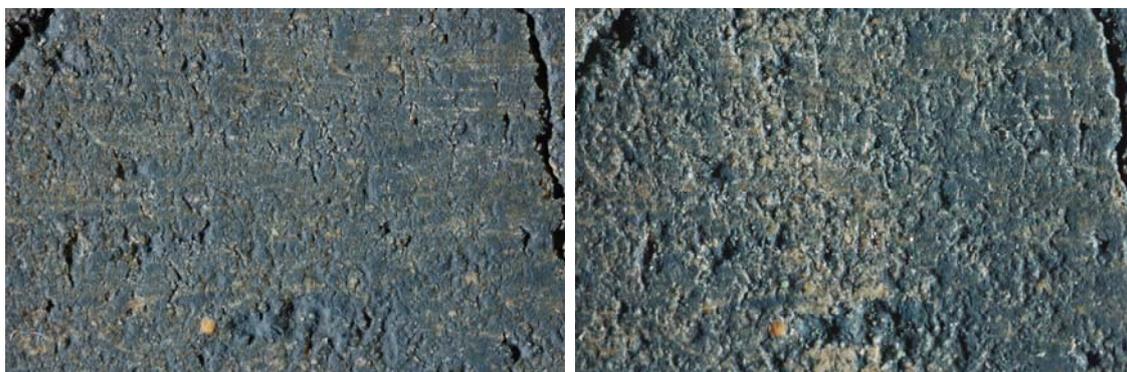
Probeta. 8-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 9-1. Antes y después de la abrasión



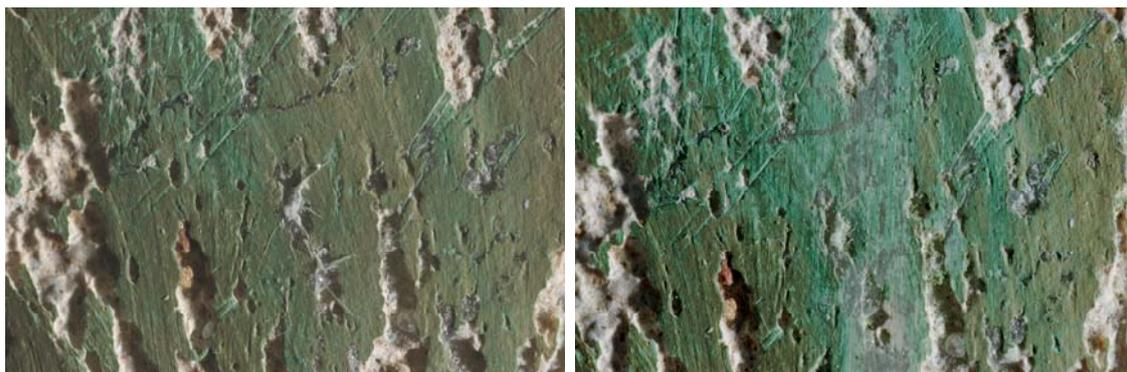
Probeta. 9-2. Antes y después de la abrasión



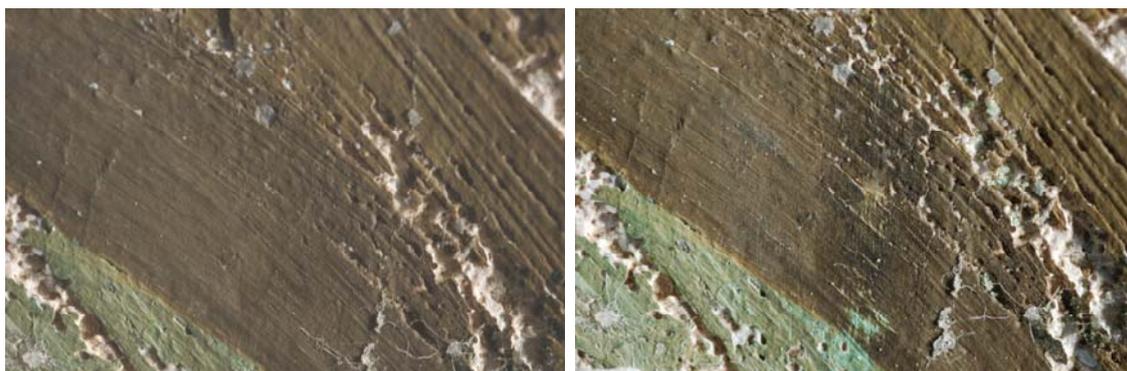
Probeta. 9-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 9-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 17-1. Antes y después de la abrasión



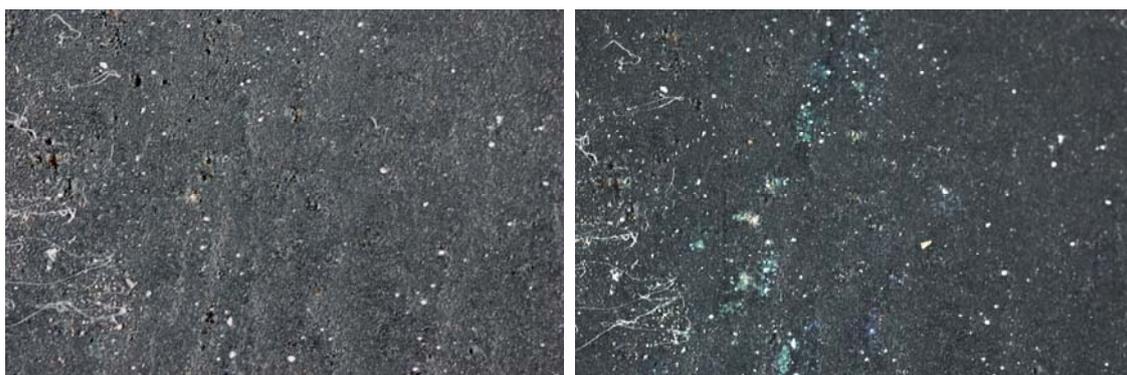
Probeta. 17-2. Antes y después de la abrasión



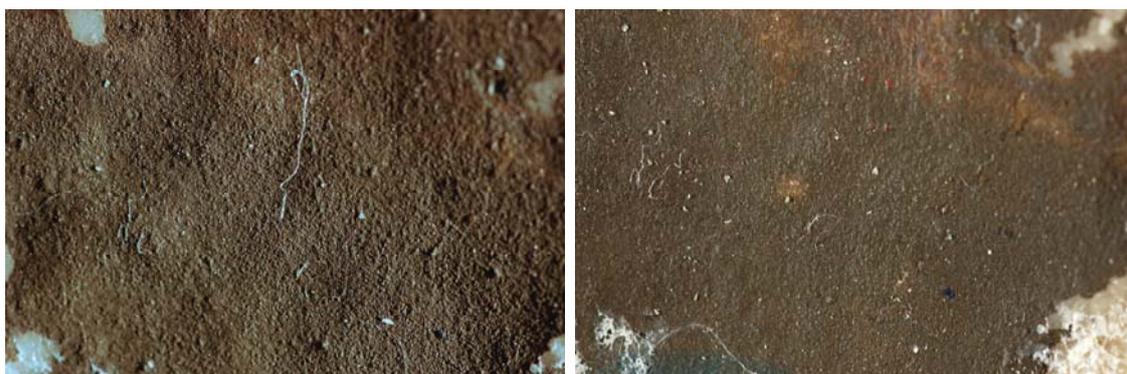
Probeta. 17-3. Antes y después de la abrasión



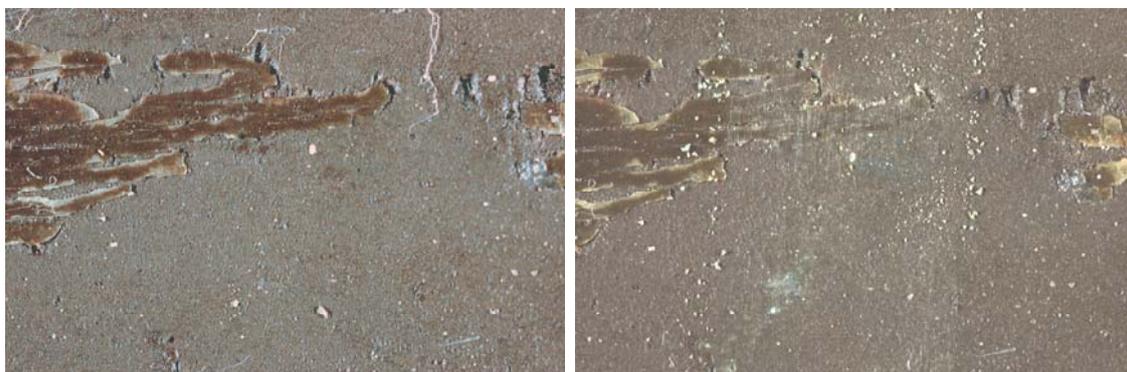
Probeta. 17-4. Antes y después de la abrasión



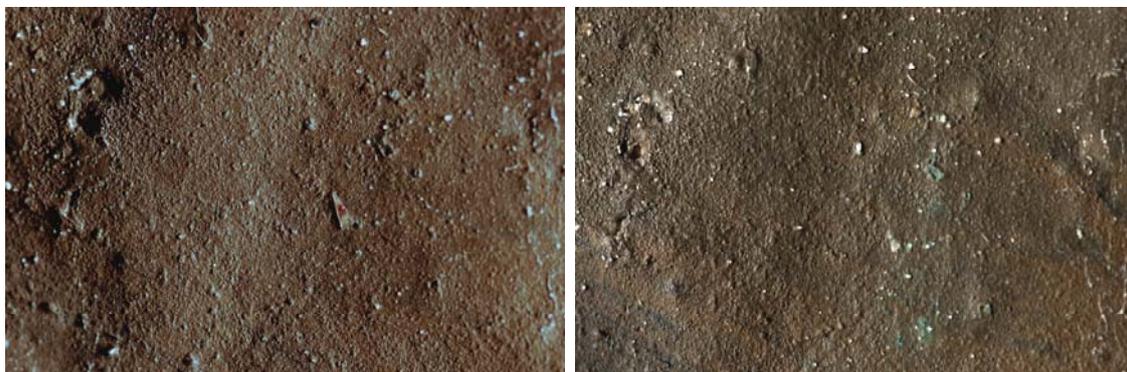
Probeta. 20 (b)-1. Antes y después de la abrasión



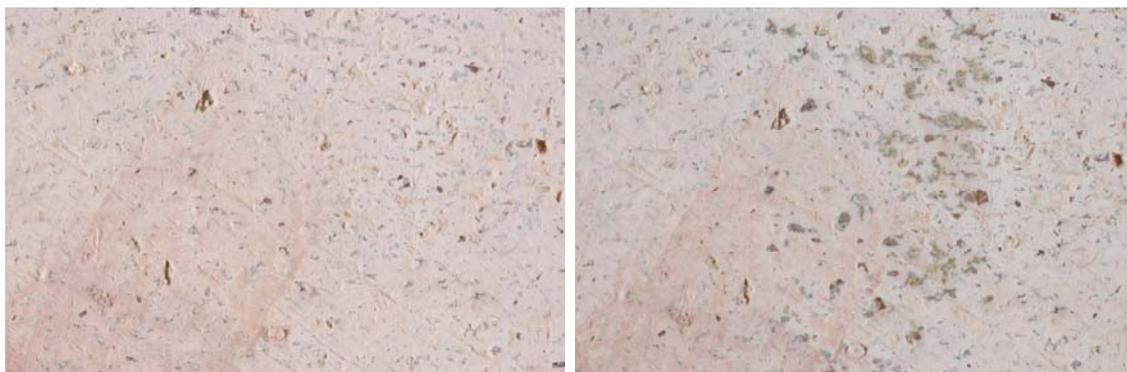
Probeta. 20 (b)-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 20 (b)-3. Antes y después de la abrasión



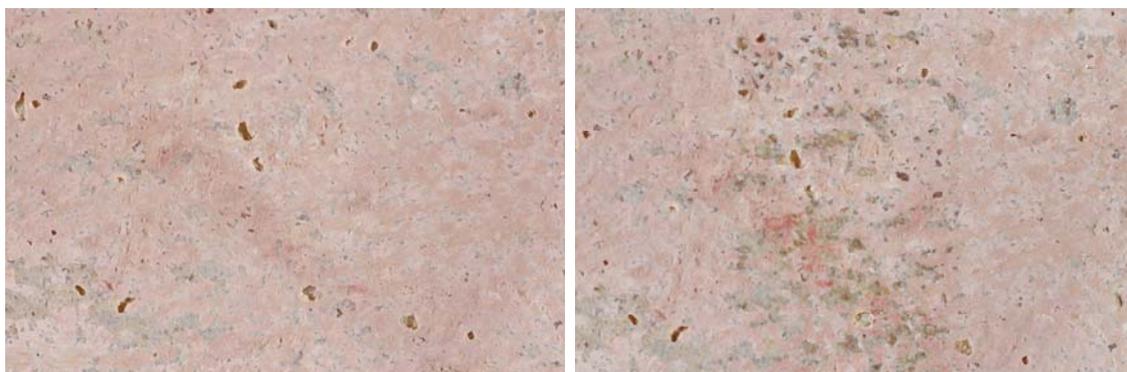
Probeta. 20 (b)-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 24-1. Antes y después de la abrasión



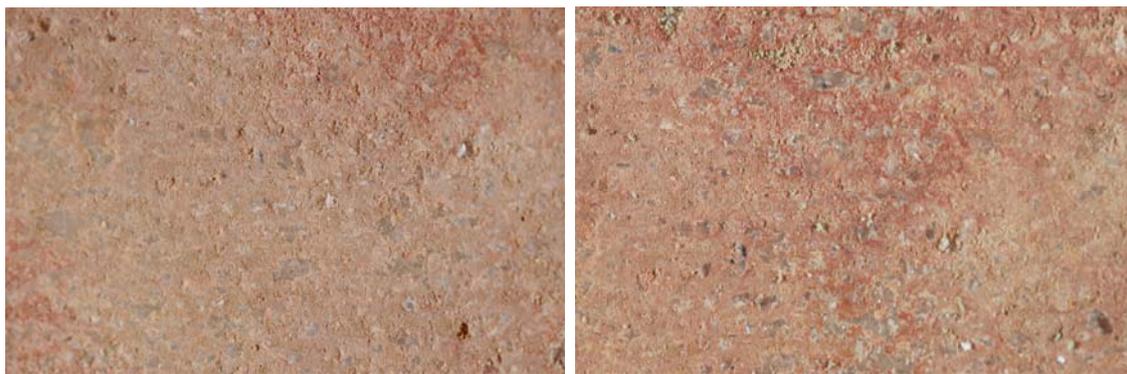
Probeta. 24-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 24-3. Antes y después de la abrasión



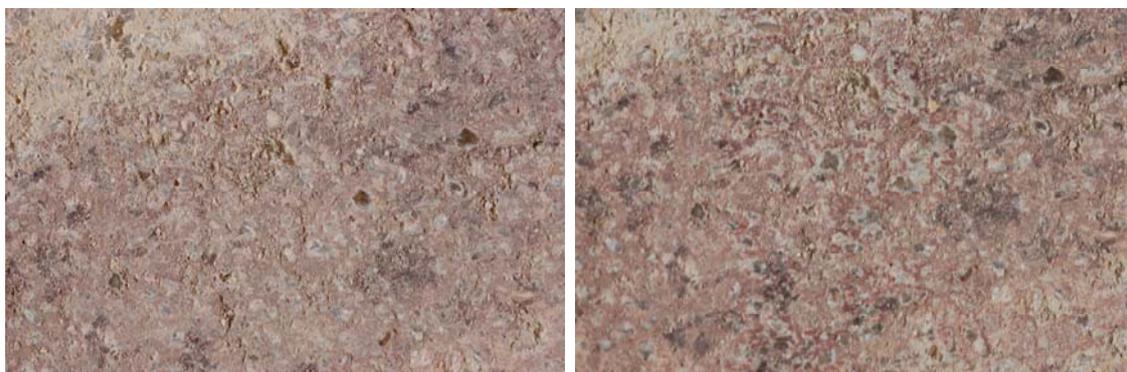
Probeta. 24-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 25-1. Antes y después de la abrasión



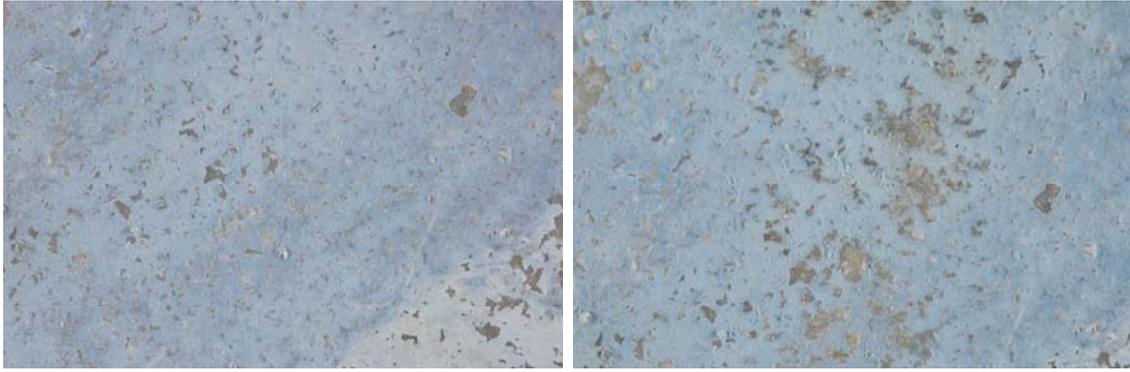
Probeta. 25-2. Antes y después de la abrasión



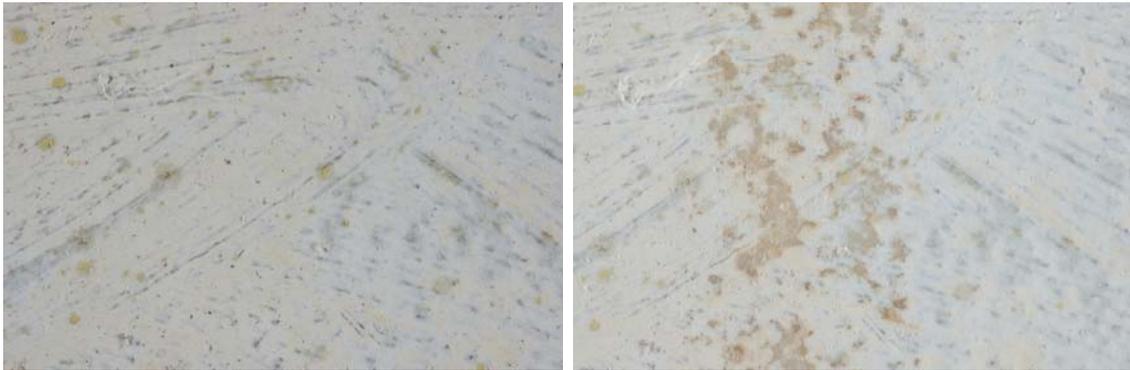
Probeta. 25-3. Antes y después de la abrasión



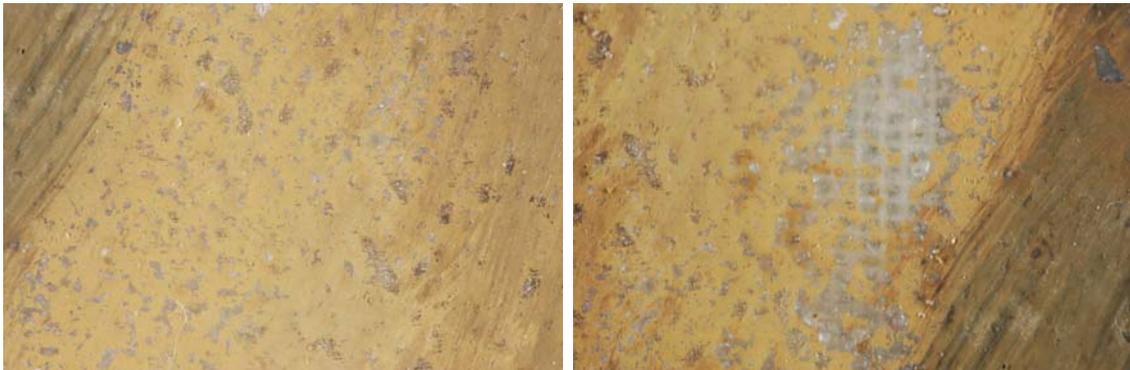
Probeta. 25-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 27-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 27-2. Antes y después de la abrasión



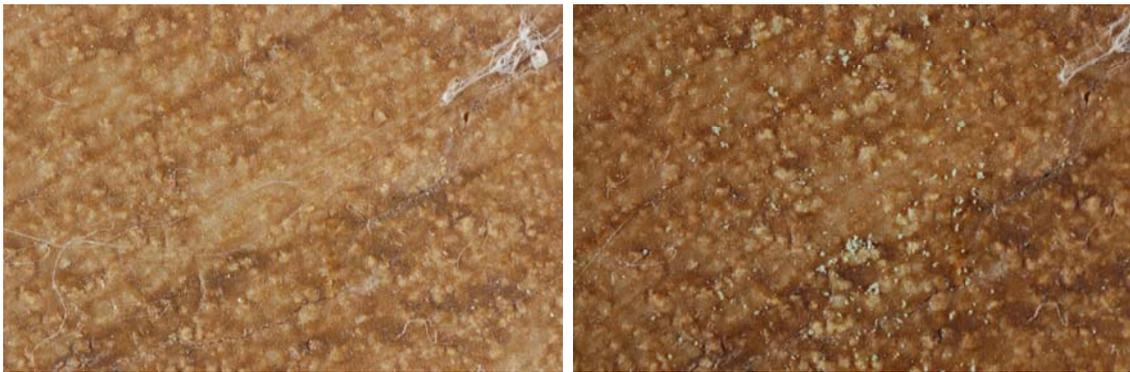
Probeta. 27-3. Antes y después de la abrasión



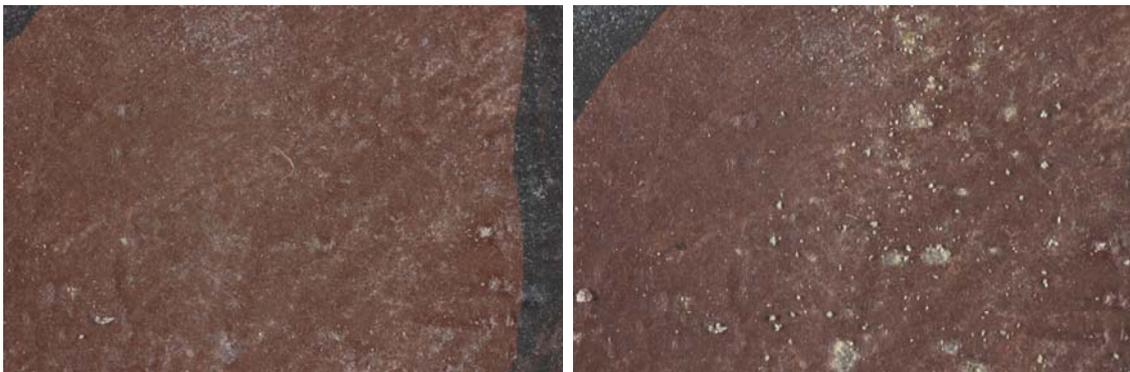
Probeta. 27-4. Antes y después de la abrasión



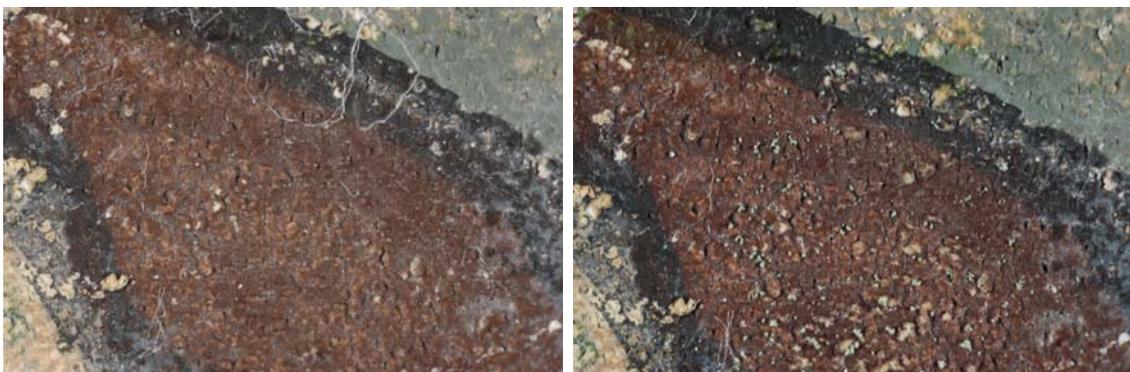
Probeta. 29-1. Antes y después de la abrasión



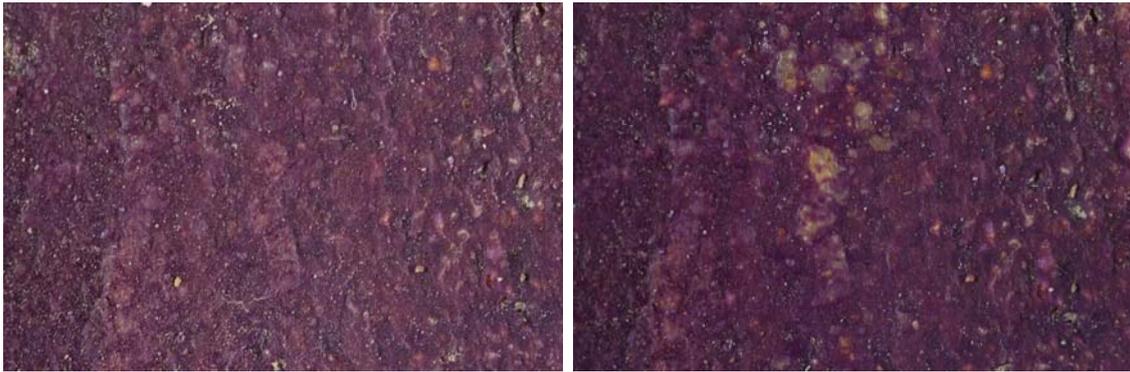
Probeta. 29-2. Antes y después de la abrasión



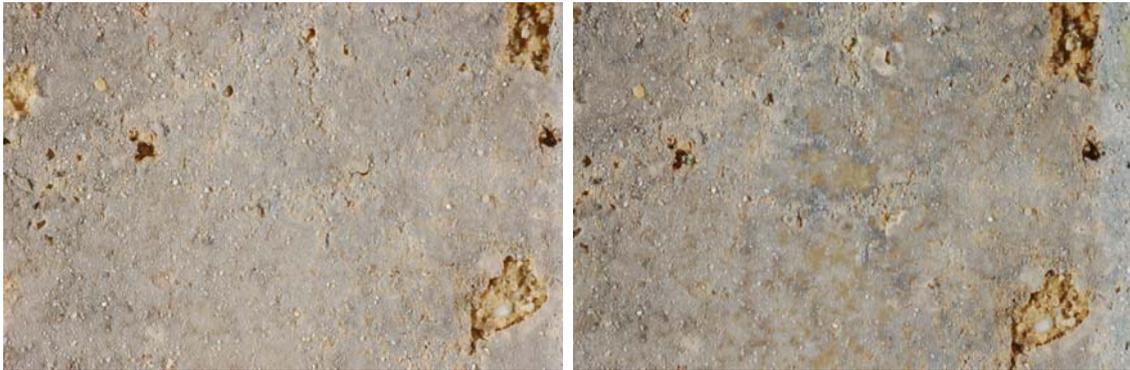
Probeta. 29-3. Antes y después de la abrasión



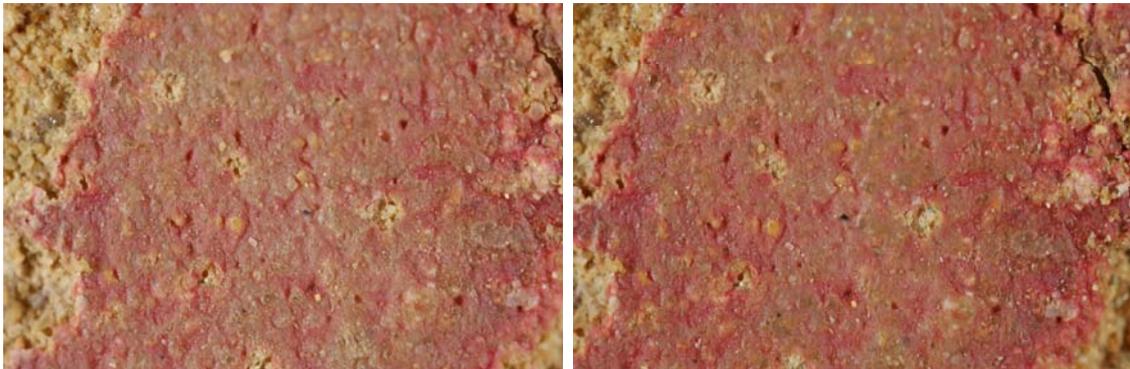
Probeta. 29-4. Antes y después de la abrasión



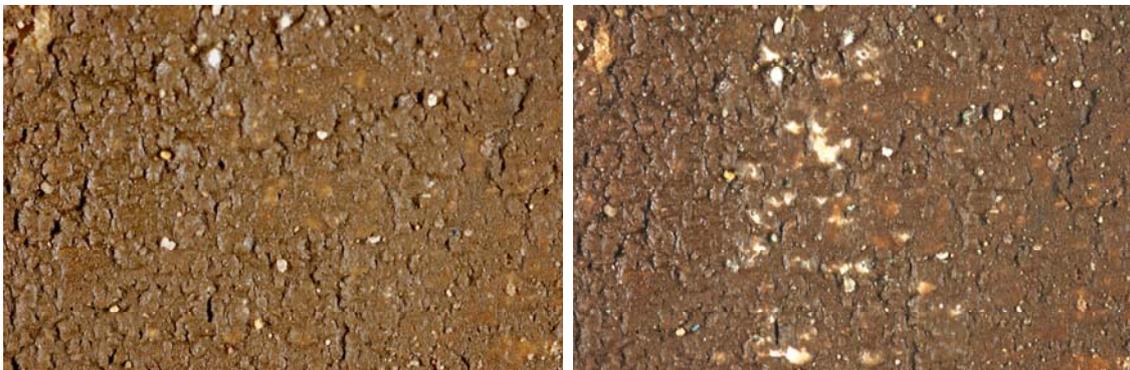
Probeta. 30-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 30-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 30-3. Antes y después de la abrasión



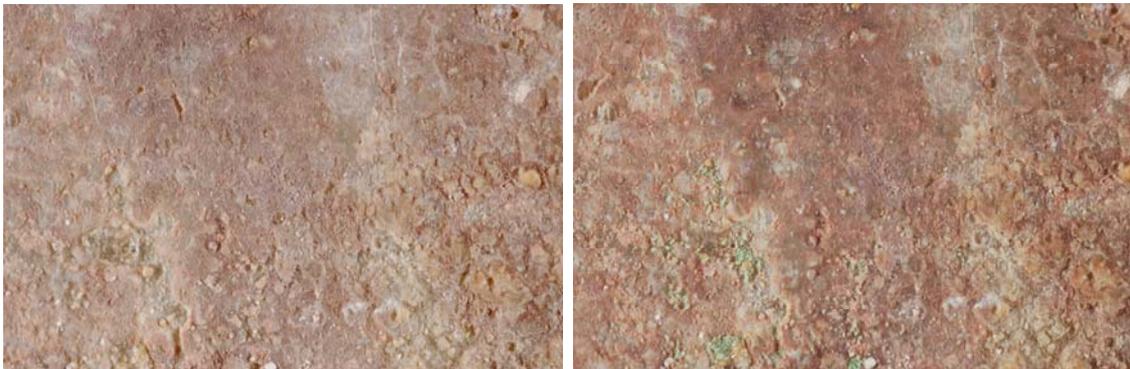
Probeta. 30-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 34-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 34-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 34-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 34-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 36-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 36-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 36-3. Antes y después de la abrasión



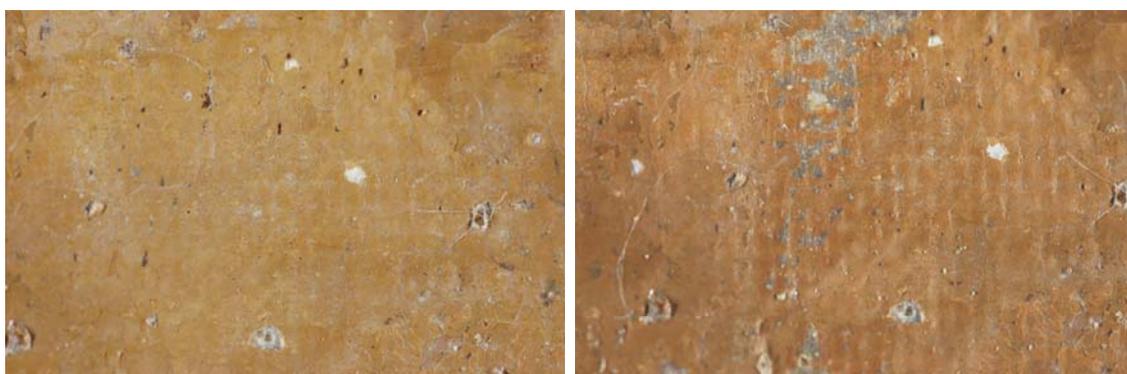
Probeta. 36-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 37-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 37-2. Antes y después de la abrasión



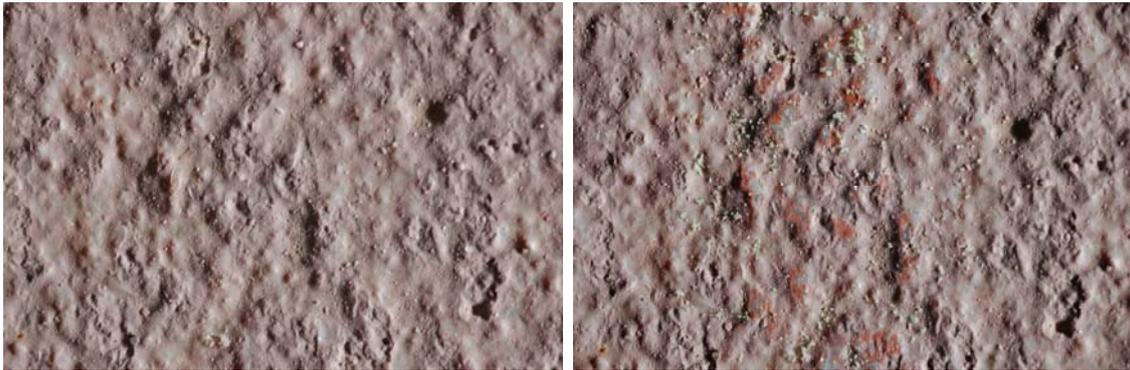
Probeta. 37-3. Antes y después de la abrasión



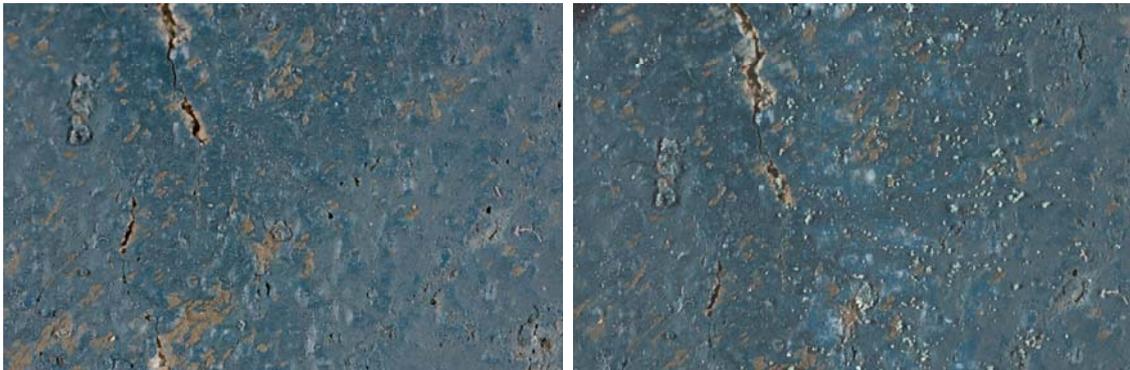
Probeta. 37-4. Antes y después de la abrasión



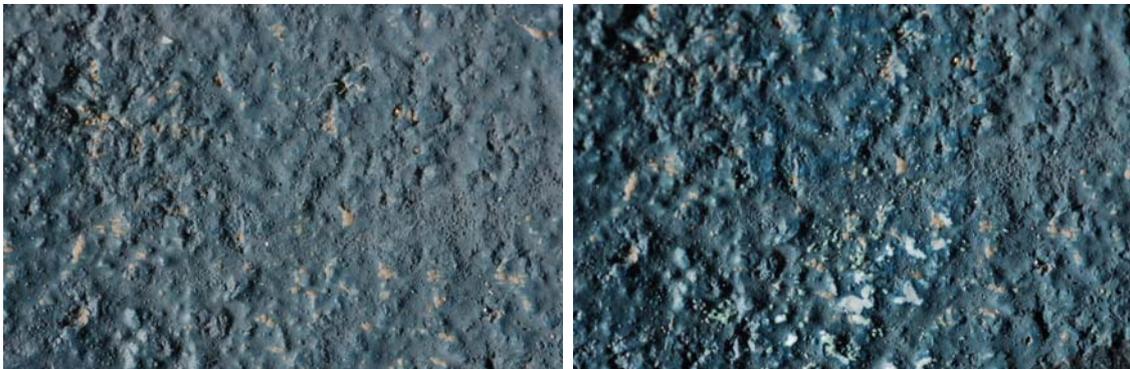
Probeta. 39-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 39-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 39-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 39-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 40-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 40-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 40-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 40-4. Antes y después de la abrasión



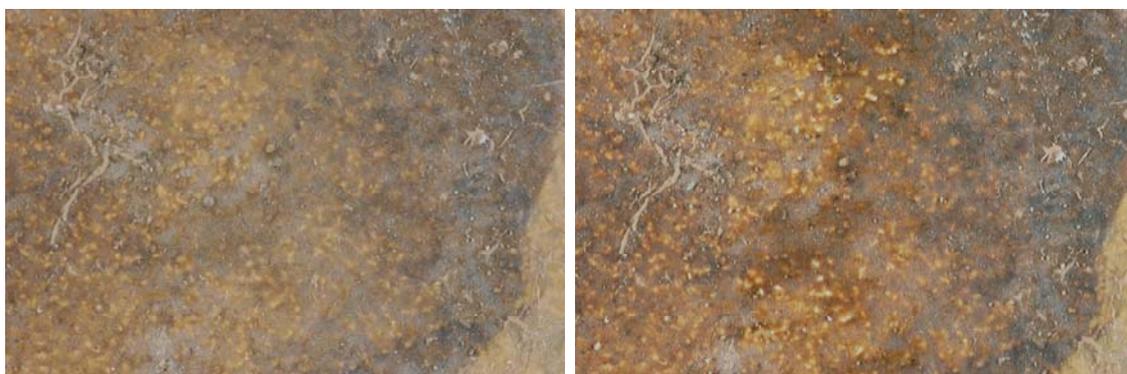
Probeta. 49-1. Antes y después de la abrasión



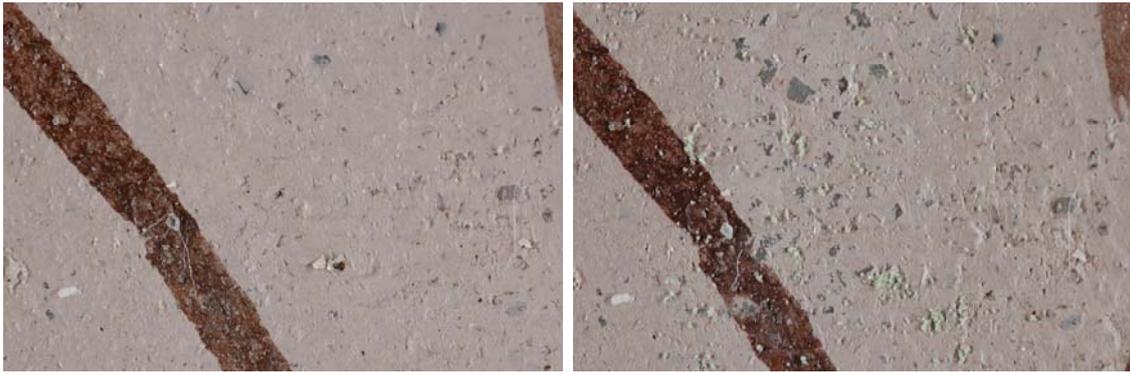
Probeta. 49-2. Antes y después de la abrasión



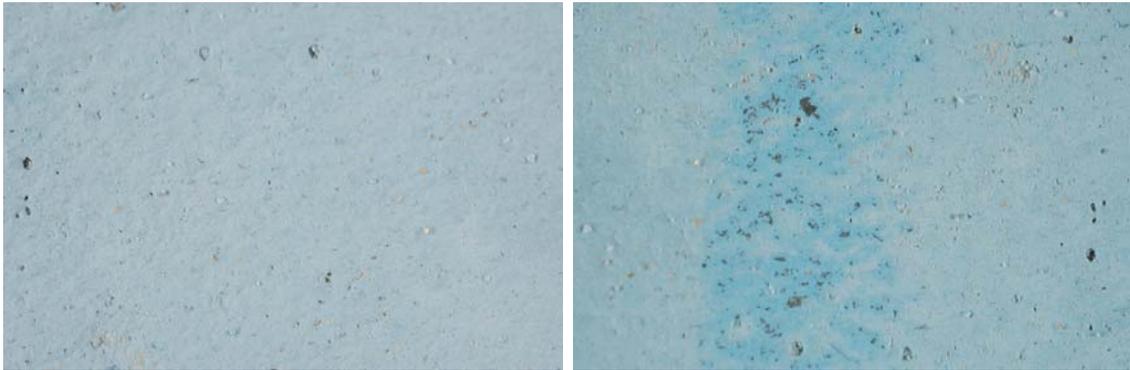
Probeta. 49-3. Antes y después de la abrasión



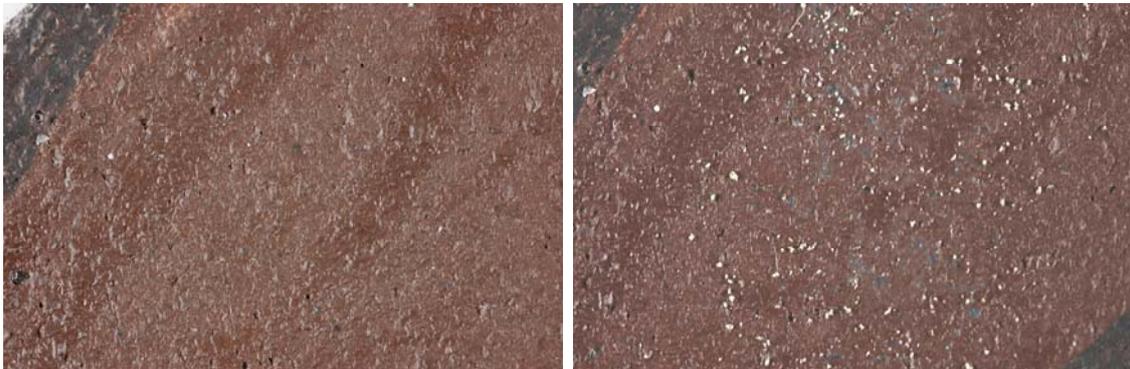
Probeta. 49-4. Antes y después de la abrasión



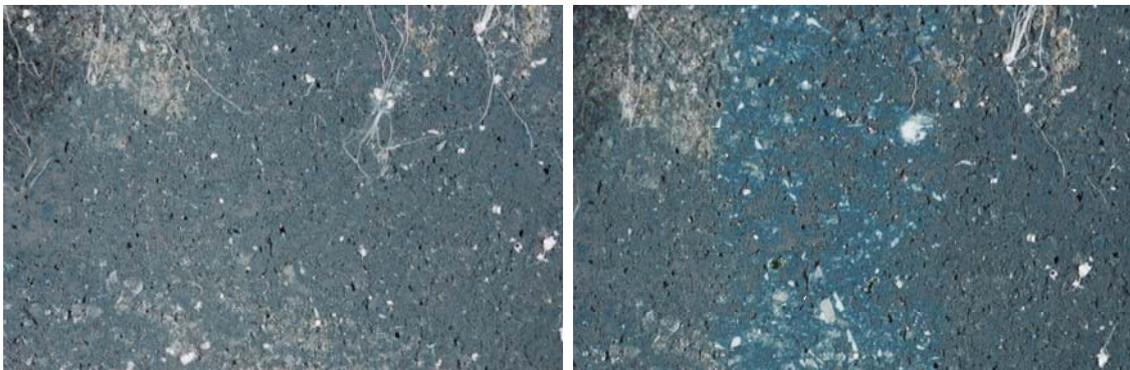
Probeta. 59-1. Antes y después de la abrasión



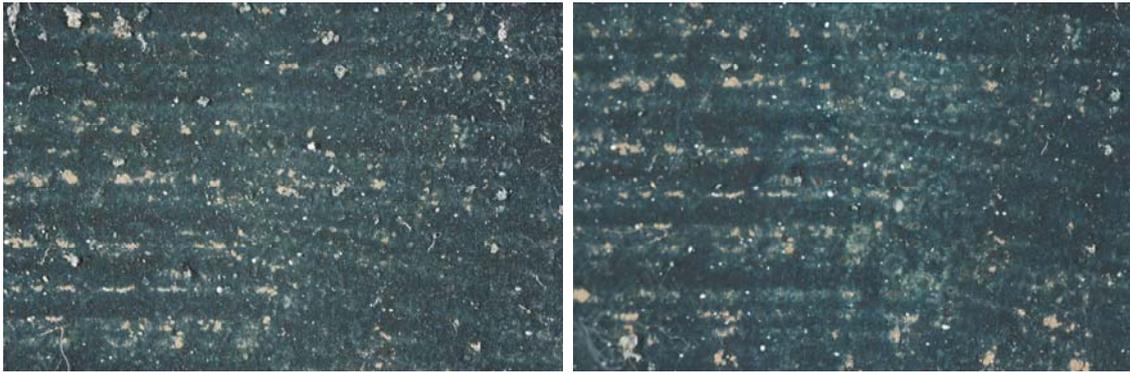
Probeta. 59-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 59-3. Antes y después de la abrasión



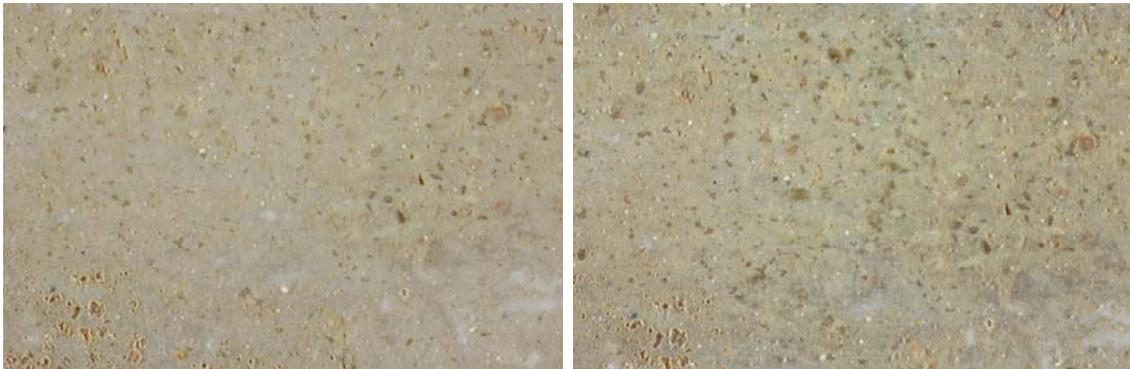
Probeta. 59-4. Antes y después de la abrasión



Probeta. 60-1. Antes y después de la abrasión



Probeta. 60-2. Antes y después de la abrasión



Probeta. 60-3. Antes y después de la abrasión



Probeta. 60-4. Antes y después de la abrasión

## FICHAS TÉCNICAS DE LAS RESINAS UTILIZADAS

---

### **E P O 1 2 1 (ex. CTS-121)** **ADHESIVO EPOXIDICO BICOMPONENTE TIXOTROPICO**

---

#### **CAMPOS DE EMPLEO**

Encolado estructural de elementos de hormigón  
Refuerzo de estructuras mediante la técnica de chapeado hormigón-acero encolado tipo Betón  
Plaqué  
Rasqueado y estucado de fisuras  
Encolados de niples por inyección, mármoles, piedras, tacos  
Ensamblados, reparaciones y fijaciones en general

#### **CARACTERÍSTICAS**

**EPO-121** adhesivo epoxídico bicomponente de acción rápida.  
Excelentes propiedades mecánicas  
Tipo rápido para temperaturas ambientales de 5°C a 30°C  
Excelente adherencia sobre hormigón seco y húmedo  
Presentaciones predosificadas, a punto para su uso en la obra  
Aplicable fácilmente

#### **PREPARACIÓN DE LA BASE**

La base tiene que estar limpia, sana y libre de partes frágiles  
Para obtener una buena adhesión la superficie debe ser si es posible rugosa  
El mejor tratamiento es la arenación, sobre todo en el hierro. Si esto no es posible se debe al menos abujardar, fresar o cepillar.  
La presencia de agua influye negativamente en la adhesión. Las bases mojadas deben secarse lo más posible con aire o con llama de gas.  
Para trabajos de refuerzo estructural se aconseja controlar la capacidad de adhesión con la ayuda de una máquina de tirón.

#### **PREPARACIÓN**

El sistema epoxídico **EPO-121** se suministra en una presentación doble compuesta de resina epoxídica **EPO-121** y de endurecedor **K-122**. Los dos componentes se unen según la siguiente relación

resina epoxídica <b>EPO-121</b>	100g
endurecedor <b>K-122</b>	20g.

Verter el endurecedor **K-122** en la resina **EPO-121**, y mezclar durante al menos 5 minutos a mano o con agitador mecánico a baja velocidad (taladradora eléctrica).  
Distribuir el material con una espátula americana o dentada, con una trulla u otra herramienta, con un grosor de 2-4mm según el caso.  
Respectar los tiempos de utilización.  
Unir lo más rápidamente posible los elementos que van pegados.  
Apretar ligeramente los elementos hasta que salga un poco de adhesivo por los lados.  
Mantener los elementos apretados hasta que se peguen.

#### **LIMPIEZA DE LOS UTENSILIOS Y PRECAUCIONES HIGIENICAS**

Para limpiar los utensilios usar disolventes como acetona, alcohol, tolueno, u otros.  
Las resinas epoxídicas y los endurecedores pueden causar irritaciones. Se debe por tanto evitar cualquier contacto con la piel y especialmente salpicaduras en los ojos.

Se aconseja usar guantes y mono de protección. Quien deba trabajar mucho con resinas epoxídicas se aconseja el uso de una crema protectora.

En caso de contaminación con resina o mortero epoxídico lavar inmediatamente con agua y jabón o mejor con la pasta especial. No lavarse con disolventes.

Las salpicaduras en los ojos deben lavarse inmediatamente con agua corriente durante 10/15 minutos, después consultar un médico.

No utilizar los recipientes de resina y endurecedor vacíos para poner sustancias o alimentos.

### TIEMPO DE UTILIZACIÓN

Después de la mezcla empieza inmediatamente la reacción entre los dos componentes. El tiempo de utilización es por tanto limitado y depende de la temperatura.

temperatura	tiempo
15° C	90 min.
25° C	40 min.
35° C	15 min.

Temperatura mínima de endurecimiento 10°C.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### Resina EPO-121

##	Composición	formulado a base de resinas epoxídicas sin disolventes, modificadas
##	Aspecto	pasta densa de color blanco
##	Viscosidad	aprox. 30.000 cps
##	Residuo seco	100%
##	Peso específico	1,70 aprox.

#### Endurecedor K-122

##	Composición	formulado sin disolventes a base de aducido di amina alifática
##	Aspecto	pasta densa de color blanco
##	Viscosidad	aprox. 20.000 cps
##	Residuo seco	100%
##	Peso específico	1,30 aprox.

#### Resina EPO-121 + Endurecedor K-122

Mezcla antes del endurecimiento

##	Relación de empleo	EPO-121=100 K-122=20 (partes en peso)
##	Pot-life a +20°C	30 min. aprox.
##	Aspecto	pasta densa de color blanco
##	Viscosidad	aprox. 26.000 cps
##	Residuo seco	100%
##	Peso específico	1,50 aprox.

#### Resina EPO-121 + Endurecedor K-122

(Pasados 7 días a +20°C)

##	Aspecto	masa dura, compacta, ligeramente pegajosa en superficie
##	Residuo seco	100%

##	Resistencia a la compresión	> 100 N/mm.
##	Resistencia a la flexión	> 40 N/mm.
##	Módulo elástico	7000 N/mm. Aprox.
	Alargado hasta rotura	< 2%
	Temp. trans. vítrea	60°C (método calorimétrico)
	Adhesión sobre hormigón seco	> 4 N/mm.
	Adhesión sobre hormigón húmedo	> 3 N/mm.
	Adhesión sobre acero	> 20 N/mm.

## PRESENTACIONES

**EPO-121:** 1Kg - 5Kg

**K-122:** 200g - 1Kg

## CONSUMO MEDIO PARA 2mm DE GROSOR

Aprox. 3Kg/m<sup>2</sup>

## ALMACENAMIENTO

En las presentaciones originales y herméticamente cerradas el producto permanece inalterado al menos durante un año a temperatura 10-30° C

Las indicaciones y los datos reportados en la presente ficha están basados en nuestra experiencia actual, sobre pruebas de laboratorio y su correcta aplicación.

Estas informaciones no deben en ningún caso sustituir a pruebas preliminares que son indispensables efectuar para aceptar la idoneidad del producto para cada caso determinado.

C.T.S. ESPAÑA S.L. garantiza la calidad constante del producto pero no responde de daños causados por un uso incorrecto del material. Se reserva el derecho de variar en cualquier momento los componentes y las confecciones sin la obligación de comunicación alguna.

## **E P O - 1 5 0**

### **RESINA EPOXIDICA PURA PARA INYECCION**

---

#### **DESCRIPCIÓN**

**Epo-150** es un producto a base de resinas epoxídicas fluidas reticulables en frío mediante un endurecedor a base de aminas cicloalifáticas.

La mezcla de los dos componentes produce un sistema de elevada resistencia altamente adhesivo.

#### **CAMPOS DE EMPLEO**

El producto **Epo-150** es apto para inyección y/o impregnación en soportes de hormigón, piedra, terracota y madera. **Epo-150** puede ser usado para el relleno de fisuras y anclaje de clavos de acero o barras de resina y fibra de vidrio.

El producto **Epo-150** se puede cargar con varios inertes hasta obtener mezclas que se pueden utilizar para estucado y reintegración.

#### **PREPARACIÓN**

El sistema **Epo-150** se suministra en presentación doble compuesta de Resina Epoxídica pura **Epo-150** y endurecedor **K-151**.

Los dos componentes van unidos en la siguiente relación:

Resina Epoxídica pura <b>Epo-150</b>	100g
Endurecedor <b>K-151</b>	25g.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Aspecto	líquido transparente
Peso específico	25° 1,04 kg/lt
Tiempo de laborabilidad de 200gr a 25° C	30-50 minutos
Resistencia a la tracción	400Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	1000Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	1220Kg/cm <sup>2</sup>
Viscosidad del sistema (25° C)	500-800mPa-s

#### **MODALIDADES DE USO**

**Epo-150** puede aplicarse mediante jeringas manuales o con sistemas mecánicos de inyección. Los utensilios deben lavarse cuidadosamente con disolventes apropiados inmediatamente después del uso.

Los componentes deben mezclarse antes del uso con agitadores.

Los contenedores después del uso deben permanecer herméticamente cerrados.

#### **PRECAUCIONES**

La relación de mezclado debe ser cuidadosamente respetada. Los errores tolerables de dosificación no deben ser superiores a  $\pm 5\%$ .

La mezcla debe realizarse hasta obtener una perfecta homogeneidad.

Se aconseja usar guantes y mono de protección para evitar el contacto directo con la piel. En caso de contacto, lavar inmediatamente con agua caliente y jabón.

No usar disolventes.

#### **ALMACENAMIENTO**

Los productos **Epo-150** y **K-151** se conservan al menos durante 6 meses en las presentaciones originales y herméticamente cerradas.

### **CONFECCIONES**

Resina Epoxídica **Epo-150**:  
Envases de 1-4-20Kg

Endurecedor **K-151**:  
Botes de 250g – 1 - 5Kg

Las indicaciones y los datos reportados en la presente ficha están basados en nuestra experiencia actual, sobre pruebas de laboratorio y su correcta aplicación. Estas informaciones no deben en ningún caso sustituir a pruebas preliminares que son indispensables efectuar para aceptar la idoneidad del producto para cada caso determinado. C.T.S. ESPAÑA S.L. garantiza la calidad constante del producto pero no responde de daños causados por un uso incorrecto del material. Se reserva el derecho de variar en cualquier momento los componentes y las confecciones sin la obligación de comunicación alguna.

## **E P O - 155**

### **RESINA EPOXIDICA PURA DE ALTA ELASTICIDAD**

#### **DESCRIPCIÓN**

**Epo-155** es un producto a base de resinas epoxídicas fluidas sin disolvente, reticulables en frío mediante un endurecedor (K156) a base de aminas alifáticas modificadas.

La mezcla de los dos componentes produce una masa adhesiva y elevada flexibilidad, que se mantiene también en bajas temperaturas.

#### **CAMPOS DE USO**

El producto **Epo-155** es indicado para encolar elásticos sobre una gran variedad de soportes como piedra, barro cocido, metal y leña.

**Epo-155** puede usarse para inyecciones normales, el relleno de fisuras de anclaje de clavos y barras en vidrioresina.

El producto **Epo-150** se puede cargar con varios inertes secos hasta obtener mezclas que se pueden utilizar para estucado y reintegración.

#### **MODALIDADES DE USO.**

Los componentes deben mezclarse entre ellos respetando la relación de mezcla.

Los errores tolerables de dosificación no deben ser superiores a +- 5%

#### **PREPARACIÓN**

El sistema **Epo-155** se suministra en presentación doble compuesta de Resina Epoxídica pura **Epo-155** y endurecedor **K-156**.

Los dos componentes van unidos en la siguiente relación:

Resina Epoxídica pura <b>Epo-155</b>	100g
Endurecedor <b>K-156</b>	50g.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Aspecto de la mezcla EPO 155+ K156	Líquido transparente
Peso específico a 25° Kg/lit	1,1
Tiempo de laborabilidad a 25° C	30 minutos
Resistencia a la tracción (N/mm <sup>2</sup> )	>30
Resistencia a la flexión (N/mm <sup>2</sup> )	>35
Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> )	>50
Viscosidad del sistema 25° C (mPa.s)	<300
Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	1800

La mezcla se prolonga hasta obtener una perfecta homogeneidad.

La reacción de endurecimiento es ligeramente exotérmica. No sucede por debajo de los 5° C, y a esta temperatura es muy lenta (más de 2 horas de trabajo), mientras que entorno a los 30° C es más rápida.

**Epo-155** puede convertirse más viscosa con el añadido de sílice micronizado (Novel-27).

La herramienta debe lavarse cuidadosamente con disolventes polares (acetonas, acetatos), justo después del uso.

Después del uso los contenedores deben de estar herméticamente cerrados.

#### **PRECAUCIONES**

Se aconseja usar guantes y mono de protección para evitar el contacto directo con la piel. En caso de contacto, lavar inmediatamente con agua caliente y jabón.

No usar disolventes.

### **ALMACENAMIENTO**

Los productos **Epo-155** y **K-156** se conservan al menos durante 1 año si se conservan separadamente en los recipientes originales y herméticamente cerrados.

### **CONFECCIONES**

Resina Epoxídica **Epo-155**: Botes de 1Kg

Endurecedor **K-156**: Botes de 500gr

## RESINA EC 131 LV

---

Endurecedor W342

Proporción de la mezcla en peso 100:25

### APLICACIONES

Piezas de composite en pequeñas y medianas dimensiones. Filament winding. Realización de partes estructurales de barcos, avión ultraligero, vehículos de competición, artículos deportivos.

### UTILIZACIÓN

Impregnación manual por contacto en ambiente, bajo vacío de la madera y en tejidos de vidrio, carbono y fibra aramidica. Endurecimiento en ambiente. Endurecimiento en caliente.

### PRESENTACIÓN

Sistema epoxi puro. El sistema EC 131 LV/W 342 garantiza una superficie final sin untuosidad. Óptima resistencia a la amarillez.

### DATOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA

Resina					
Viscosidad a:	25° C	I0-10-50	mPas	1000	1600
Equivalente epoxídico		I0-10-50	g/equiv	207,00	215,00

Endurecedor					
Viscosidad a:	25° C	I0-10-50	mPas	30	70

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Datos de trabajo				
Proporción de la mezcla en peso	Por 100g de resina		g	100:25
Proporción de la mezcla en volumen	Por 100ml de resina		ml	100:30
Color resina				Violeta
Color endurecedor				Incoloro
Densidad a: 25° C resina	I0-10-51 (ASTM D 1475)		g/ml	1,10 1,15
Densidad 25° C endurecedor	I0-10-51 (ASTM D 1475)		g/ml	0,94 0,96
Tiempo de 25° C (40mm; 100ml)	I0-10-53(*)		min	22 32
Pico exotérmico 25° C (40mm; 100ml)	I0-10-53(*)		° C	160 170

Viscosidad inicial de la mezcla: 25° C	I0-10-50	mPas	300	800
Tiempo de gelificación 25° C (15ml; 6mm)	I0-10-73(*)	h	3,0	4,0
	(*)	h	15	20
Tiempo de desmoldeo 25° C (15ml; 6mm)	(**)	h	( 10-15)	
Post endurecimiento 60° C		mm	5	
Máximo espesor de colada aconsejado				

## DATOS TÍPICOS DEL SISTEMA FINAL

Color	I0-10-54 (ASTM D 792)	g/ml		
Densidad 25° C	I0-10-58 (ASTM D 2240)	Shore D/15	Incoloro	
Dureza	I0-10-69 (ASTM D 3418)	° C	1,08	1,12
Transición vidrea (Tg)	I0-10-69 (ASTM D 3418)	° C	86	88
Transición vidrea máxima (15h 60° C+ 5h 80° C)			78	82
		%	88	92
Absorción de agua (24h TA)	I0-10-70 (ASTM D 570)	%		
Absorción de agua (2h 100° C)	I0-10-70 (ASTM D 570)		0,12	0,22
			1,00	1,40
	(***)			
Temperatura máx. de trabajo aconsejada	I0-10-66 (ASTM D 790)	° C	75	
Resistencia a la flexión	I0-10-66 (ASTM D 790)	MN/m2	110	120
Deformación máxima a flexión	I0-10-66 (ASTM D 790)	%	5,8	6,2
Deformación a la rotura		%	8,0	8,4
Modulo a flexión	I0-10-66 (ASTM D 790)	MN/ m2	2800	3000
Resistencia a tracción	I0-10-63 (ASTM D 638)	MN/ m2	74	78
Alargamiento a la rotura	I0-10-63 (ASTM D 638)	%	5	6

I0-00-00= método desarrollado en Camattini. Las referencias a normas internacionales son indicadas en el texto.

Nd= no determinado

na= no aplicable

TA= temperatura ambiente de trabajo (23+- 2° C)

Factores de conversión: 1mPas= 1 cPs  
1MPa

1MN/m2= 10 Kg. /cm2=

(\*) Por grandes masas los tiempos se reducen y la exotermia se incrementa

(\*\*) Los paréntesis indican que es facultativo

(\*\*\*) La temperatura de trabajo que se aconseja, ha sido propuesta de acuerdo con las informaciones de nuestro laboratorio, siendo esa función de las condiciones de endurecimiento utilizadas y del tipo de materiales emparejados. Para eventuales ulteriores indicaciones, lean el párrafo post- curado.

## **FICHA TÉCNICA**

### **INSTRUCCIONES**

Añadir la oportuna cantidad de endurecedor a la resina, mezclar bien. Evitar la incorporación de aires. Para la preparación de la superficie (molde o modelo) consultar el boletín técnico del endurecedor.

### **POST- ENDURECIMIENT**

El post-endurecimiento, siempre aconsejado para estabilizar la pieza y conferirle las mejores características, resulta necesario cuando este opera efectivamente en temperatura.

Post- endurecer la pieza aumentando gradualmente en 10 ° C/ hora la temperatura en el tiempo indicado en la tabla. La velocidad de aumento de la temperatura y el tiempo de post-endurecimiento indicado, se refiere a pruebas estándar. El utilizador debe evaluar las condiciones óptimas de endurecimiento o de post- endurecimiento en base a la forma y dimensiones de la pieza. Para grandes masas disminuir la velocidad en el aumento de la temperatura y aumentar el tiempo de post-endurecimiento, para la aplicación de capas fina endurecer sobre el molde de posicionamiento.

### **ALMACENAMIENTO**

La resina epoxy y sus endurecedores pueden utilizarse hasta dos años después de la fecha de producción si los contenedores están bien cerrados y en un ambiente fresco y sin humedad. Los endurecedores son sensibles a la humedad, por tanto se recomienda cerrar en seguida los botes después de su uso.

### **PRECAUCIONES**

Consulten las fichas de seguridad y sigan las indicaciones de higiene industrial y de escurrimiento.

MIXTANE®

**EPOMIX LX-50**

**COMPUESTO EPOXÍDICO INCOLORO**

---

### **CARACTERÍSTICAS**

Producto epoxídico de reacción, a base de resinas epoxídicas de baja viscosidad modificadas, humectan mejor los sustratos, eliminan la espuma y disminuyen el efecto característico de las resinas epoxi al amarilleamiento.

Reacciona con endurecedores modificados del tipo aminato de reactividad media, correctamente homogeneizado, en sus proporciones indicadas, produce un polímero exento de "tac" superficial, así como de una buena resistencia química y mecánica.

### **MODO DE EMPLEO**

Mezclar íntimamente ambos componentes en la proporción indicada, durante al menos un minuto. Trabajar al mínimo a 10° C y 50° C H.R. (aconsejable), así como evitar condensaciones sobre la superficie tratada en las 24 horas posteriores.

### **APLICACIONES**

Adhesión, laminado, revestimiento, consolidación y colada

Tratamiento Anti Osmosis en Náutica

### **PROPORCIONES EN MEZCLA**

Relación Base/ Endurecedor: 66/34% en peso; (aprox. 2/1,18 en volumen)

Densidades: 1,02 (base) / 0,98 (endurecedor)

### **SUMINISTRO**

Lote 1Kg (0,660-0,340) 8Kg (5,280-2,720)

### **SEGURIDAD E HIGIENE**

Los compuestos epoxídicos, disolventes de limpieza, útiles y herramientas, deben utilizarse con las precauciones habituales al manipular productos químicos, evitar el contacto con los ojos, piel y mucosas, no comer ni fumar durante su manipulación, así como proteger las vías respiratorias al lijar piezas. Una vez endurecido es un poco atóxico, sin olor ni sabor, apto para su libre manipulación.